

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

15.07.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月 7日

REC'D 10 SEP 2004

出願番号  
Application Number: 特願2003-193232

WIPO

PCT

[ST. 10/C]: [JP2003-193232]

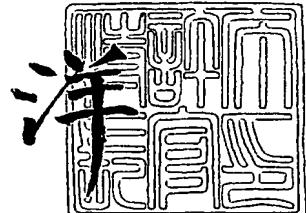
出願人  
Applicant(s): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

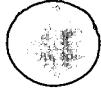
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

八月





【書類名】 特許願  
【整理番号】 DCMH150146  
【提出日】 平成15年 7月 7日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 7/26  
【発明の名称】 マルチキャスト通信システム及びルータ  
【請求項の数】 11  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ  
・ティ・ティ・ドコモ内  
【氏名】 五十嵐 健  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ  
・ティ・ティ・ドコモ内  
【氏名】 石田 創  
【特許出願人】  
【識別番号】 392026693  
【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
【代理人】  
【識別番号】 100083806  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 秀和  
【電話番号】 03-3504-3075  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100100712  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩△崎▽ 幸邦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702416

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチキャスト通信システム及びルータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のルータ及び第2のルータを含むマルチキャストツリーを介して送信端末から第1の受信端末に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システムであって、

前記第2のルータは、前記第1の受信端末からの前記マルチキャストデータの送信要求に応じて、前記マルチキャストデータと該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第2のエントリ情報を生成して管理すると共に、前記送信要求を通知する送信要求パケットに特別なオプションを設定して前記送信端末宛てに送信し、

前記第1のルータは、前記第2のルータから受信した前記送信要求パケットに応じて、前記マルチキャストデータと前記第2のルータを指定する該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第1のエントリ情報を生成して管理すると共に、前記送信端末宛てに前記送信要求パケットを転送し、

前記送信端末は、前記送信要求パケットに応じて、前記マルチキャストデータと前記第1のルータを指定する該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第3のエントリ情報を生成して管理することを特徴とするマルチキャスト通信システム。

【請求項2】 前記第1のルータは、第3のルータを介して第2の受信端末から受信した前記マルチキャストデータの送信要求パケットに応じて、前記第1のエントリ情報において前記マルチキャストデータと前記第2及び第3のルータを指定する前記宛先情報とを関連付けるように変更することを特徴とする請求項1に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項3】 前記第1のルータは、前記第2の受信端末からの前記マルチキャストデータの送信停止要求に応じて、前記第1のエントリ情報において前記マルチキャストデータと前記第2のルータを指定する前記宛先情報とを関連付けるように変更することを特徴とする請求項2に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項4】 前記送信端末は、前記第3のエントリ情報に基づいて、前記マルチキャストデータと前記宛先情報とを含むデータパケットを送信し、

前記宛先情報により指定されているルータは、前記エントリ情報に基づいて、前記データパケットに含まれている前記宛先情報を変更して該データパケットを送信することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項5】 同一リンク上に前記第2のルータ及び第3のルータが接続されており、該リンクの上流に前記第1のルータが接続されており、

前記第1のルータは、前記第3のルータを介して第2の受信端末から受信した前記マルチキャストデータの送信要求パケットに応じて、前記第1のエントリ情報を変更すると共に、前記第3のエントリ情報を変更するように指示する変更要求パケットを前記送信端末宛てに送信し、

前記送信端末は、前記変更要求パケットに応じて、前記第3のエントリ情報において前記マルチキャストデータと前記第1のルータを指定する前記宛先情報を関連付けるように変更し、

前記送信端末は、前記第3のエントリ情報に基づいて、前記マルチキャストデータと前記宛先情報を含むデータパケットを送信し、

前記第1のルータは、前記第1のエントリ情報に基づいて、前記データパケットを前記リンク上にマルチキャストによって送信することを特徴とする請求項1に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項6】 送信要求パケット、変更要求パケット又は送信停止要求パケットに応じて前記エントリ情報を生成又は変更したルータは、送信要求パケット、変更要求パケット又は送信停止要求パケットの送信元に対して、確認応答を送信することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項7】 前記エントリ情報は、有効期間を有し、

前記ルータは、前記有効期間内に前記送信要求パケットを受信した場合に該有効期間を延長し、該有効期間内に前記送信要求パケットを受信しなかった場合に前記エントリ情報を削除することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に



記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項8】 前記送信端末は、前記第3のエントリ情報を変更した場合、所定期間、変更前の該第3のエントリ情報を保持することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項9】 前記第2のルータは、前記所定期間に内に、前記マルチキャストデータを含むデータパケットを重複受信した場合に、該マルチキャストデータの送信停止要求を通知する変更要求パケットを上流方向に送信することを特徴とする請求項8に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項10】 前記第1のルータは、前記第1のエントリ情報として、更に気付けアドレス及びカプセル化パケットの送信元を管理しており、

前記送信端末の在圏ネットワークが変更した場合、該送信端末は、変更後のネットワークにおいて獲得した気付けアドレスを前記第1のルータに通知し、

前記第1のルータは、通知された前記気付けアドレスが、前記第1のエントリ情報において管理されている前記気付けアドレスと異なる場合、前記マルチキャストデータを含むデータパケットを前記カプセル化パケットの送信元宛てに送信することを特徴とする請求項1に記載のマルチキャスト通信システム。

【請求項11】 送信端末から受信端末に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システムで用いられるルータであって、

前記マルチキャストデータと該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付けるエントリ情報を管理するエントリ管理部と、

前記受信端末からの前記マルチキャストデータの送信要求を通知する送信要求パケットを下流方向から受信した場合に、前記エントリ情報を生成する生成部とを具備することを特徴とするルータ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のルータを介して送信端末から複数の受信端末に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システム及びこれに用いて好適なルータに関する。



## 【0002】

## 【従来の技術】

従来のIPマルチキャストの仕組みは、例えば、非特許文献1に記載されている。また、従来のIPマルチキャストで用いられるプロトコルとして、例えば、非特許文献2に記載されている「SSM (Source-Specific Multicast)」や、非特許文献3に記載されている「PIM-SM (Protocol Independent Multicast-Sparse Mode)」や、非特許文献4に記載されている「IGMPv3 (Internet Group Management Protocol Version 3)」や、「MLDv2 (Multicast Listener Discovery Protocol Version 2)」が知られている。また、従来のIPマルチキャストで用いられるIPカプセル化技術が、非特許文献5及び6に記載されている。

## 【0003】

## 【非特許文献1】

Thomas A. Maue著、楠本博之訳、「IPマルチキャスト入門」

## 【0004】

## 【非特許文献2】

電気情報通信学会和文論文誌B Vol. J85-B No. 8 pp. 12  
07-1214

## 【0005】

## 【非特許文献3】

RFC2362、「Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM) : Protocol Specification」

## 【0006】

## 【非特許文献4】

RFC3376、「Internet Group Management」



Protocol Version 3」

【0007】

【非特許文献5】

RFC1853、「IP in IP Tunneling」

【0008】

【非特許文献6】

RFC2473、「Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification」

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のマルチキャスト通信システムでは、ネットワークを構成する全てのルータがマルチキャスト対応ルータでなければ、マルチキャストデータの転送が不可能であるという問題点があった。すなわち、従来のマルチキャスト通信システムは、マルチキャスト対応ルータ及び通常ルータ（マルチキャスト非対応ルータ）が混在するネットワークにおいて、マルチキャストデータの転送が不可能であるという問題点があった。

【0010】

そこで、本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、ネットワーク内に部分的にマルチキャスト対応ルータを導入することによって、容易に且つ低成本で、マルチキャスト対応ルータ及び通常ルータ（マルチキャスト非対応ルータ）が混在するネットワークにおいて、マルチキャストデータの転送を実現するマルチキャスト通信システム及びこれに用いて好適なルータ（マルチキャスト対応ルータ）を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の特徴は、第1のルータ及び第2のルータを含むマルチキャストツリーを介して送信端末から第1の受信端末に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システムであって、前記第2のルータが、前記第1の受信端末からの前記マルチキャストデータの送信要求（Membership



Report)に応じて、前記マルチキャストデータと該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第2のエントリ情報を生成して管理すると共に、前記送信要求を通知する送信要求パケット(Joinパケット)に特別なオプションを設定して前記送信端末宛てに送信し、前記第1のルータが、前記第2のルータから受信した前記送信要求パケットに応じて、前記マルチキャストデータと前記第2のルータを指定する該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第1のエントリ情報を生成して管理すると共に、前記送信端末宛てに前記送信要求パケットを転送し、前記送信端末が、前記送信要求パケットに応じて、前記マルチキャストデータと前記第1のルータを指定する該マルチキャストの宛先情報とを関連付ける第3のエントリ情報を生成して管理することを要旨とする。

#### 【0012】

かかる発明によれば、第1及び第2のルータ等のマルチキャスト対応ルータが、マルチキャストデータの宛先情報を管理することによって、マルチキャストツリーを構築することができ、マルチキャスト対応ルータ及び通常ルータが混在するネットワークにおいても、マルチキャストデータの転送を実現することができる。

#### 【0013】

また、本発明の第1の特徴において、前記第1のルータが、第3のルータを介して第2の受信端末から受信した前記マルチキャストデータの送信要求パケットに応じて、前記第1のエントリ情報において前記マルチキャストデータと前記第2及び第3のルータを指定する前記宛先情報とを関連付けるように変更ことが好ましい。

#### 【0014】

かかる発明によれば、送信端末及び第1のルータのエントリ情報を変更することによって、送信端末は、第1の受信端末に加えて、新たに第2の受信端末に対して、マルチキャストデータを転送することができる。

#### 【0015】

また、本発明の第1の特徴において、前記第1のルータが、前記第2の受信端末からの前記マルチキャストデータの送信停止要求に応じて、前記第1のエント



リ情報において前記マルチキャストデータと前記第2のルータを指定する前記宛先情報とを関連付けるように変更することが好ましい。

#### 【0016】

また、本発明の第1の特徴において、前記送信端末が、前記第3のエントリ情報に基づいて、前記マルチキャストデータと前記宛先情報とを含むデータパケットを送信し、前記宛先情報により指定されているルータが、前記エントリ情報に基づいて、前記データパケットに含まれている前記宛先情報を変更して該データパケットを送信することが好ましい。

#### 【0017】

また、本発明の第1の特徴において、同一リンク上に前記第2のルータ及び第3のルータが接続されており、該リンクの上流に前記第1のルータが接続されており、前記第1のルータが、前記第3のルータを介して第2の受信端末から受信した前記マルチキャストデータの送信要求パケットに応じて、前記第1のエントリ情報を変更すると共に、前記第3のエントリ情報を変更するように指示する変更要求パケット（Redirectパケット）を前記送信端末宛てに送信し、前記送信端末が、前記変更要求パケットに応じて、前記第3のエントリ情報において前記マルチキャストデータと前記第1のルータを指定する前記宛先情報とを関連付けるように変更し、前記送信端末が、前記第3のエントリ情報に基づいて、前記マルチキャストデータと前記宛先情報とを含むデータパケットを送信し、前記第1のルータが、前記第1のエントリ情報に基づいて、前記データパケットを前記リンク上にマルチキャストによって送信することが好ましい。

#### 【0018】

また、本発明の第1の特徴において、送信要求パケット、変更要求パケット又は送信停止要求パケットに応じて前記エントリ情報を生成又は変更したルータが、前記送信要求パケット、変更要求パケット又は送信停止要求パケットに送信元に対して、確認応答を送信することが好ましい。

#### 【0019】

かかる発明によれば、送信要求パケット、変更要求パケット又は送信停止要求パケット等のマルチキャストコントロールパケットに応じて前記エントリ情報を



生成又は変更したルータが、確認応答を返送するため、マルチキャストツリーが正確に変更されたことを送信端末において認識することができ、パケットロスを低減することができる。

#### 【0020】

また、本発明の第1の特徴において、前記エントリ情報が、有効期間を有し、前記ルータが、前記有効期間内に前記送信要求パケット（Joinパケット）を受信した場合に該有効期間を延長し、該有効期間内に前記送信要求パケット（Joinパケット）を受信しなかった場合に前記エントリ情報を削除することが好ましい。

#### 【0021】

また、本発明の第1の特徴において、前記送信端末が、前記第3のエントリ情報を変更した場合、所定期間、変更前の該第3のエントリ情報を保持することが好ましい。

#### 【0022】

かかる発明によれば、エントリ情報を変更してマルチキャストツリーを変更する際に、一定の猶予期間（所定期間）を設けることによって、パケットロスを低減することができる。

#### 【0023】

また、本発明の第1の特徴において、前記第2のルータが、前記所定期間に、前記マルチキャストデータを含むデータパケットを重複受信した場合に、該マルチキャストデータの送信停止要求を通知する変更要求パケットを上流方向に送信することが好ましい。

#### 【0024】

かかる発明によれば、第2のルータが、明示的に変更要求パケット（Redirectパケット）を送信することによって、データパケットの重複受信を停止することができ、マルチキャストツリーをスムーズに変更することができる。

#### 【0025】

また、本発明の第1の特徴において、前記第1のルータが、前記第1のエントリ情報として、更に気付けアドレス及びカプセル化パケットの送信元を管理して



おり、前記送信端末の在圏ネットワークが変更した場合、該送信端末は、変更後のネットワークにおいて獲得した気付けアドレスを前記第1のルータに通知し、前記第1のルータが、通知された前記気付けアドレスが、前記第1のエントリ情報において管理されている前記気付けアドレスと異なる場合、前記マルチキャストデータを含むデータパケットを前記カプセル化パケットの送信元宛てに送信することが好ましい。

#### 【0026】

本発明の第2の特徴は、送信端末から受信端末に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システムで用いられるルータであって、前記マルチキャストデータと該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付けるエントリ情報を管理するエントリ管理部と、前記受信端末からの前記マルチキャストデータの送信要求を通知する送信要求パケットを下流方向から受信した場合に、前記エントリ情報を生成する生成部とを具備することを要旨とする。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

(本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの構成)

図1は、本発明の第1の実施形態におけるマルチキャスト通信システムの全体構成を示す図である。

#### 【0028】

本実施形態に係るマルチキャスト通信システムは、図1に示すように、送信端末S1と、マルチキャスト対応ルータMR0乃至MR7と、通常ルータ(マルチキャスト非対応ルータ)R1乃至R6とが、階層的に接続されたマルチキャストツリーによって構成されている。本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおける木構造の最上流には、送信端末S1が配置されており、最下流には、マルチキャスト対応ルータMR5乃至MR7と通常ルータR4乃至R6とが配置されている。また、受信端末MT1乃至MT4は、それぞれ、ルータMR5、MR6、R5、MR7との間で無線接続されている。

#### 【0029】

図2に示すように、マルチキャスト対応ルータMRは、パケット受信部11と

、エントリ管理部12と、マルチキャストコントロールパケット処理部13と、マルチキャストコントロールパケット生成部14と、宛先アドレス設定部15と、パケット転送部16とを具備している。

#### 【0030】

パケット受信部11は、他のルータからパケット（マルチキャストデータパケットやマルチキャストコントロールパケット）を受信するものである。パケット受信部11は、後述の図4に示すように、受信したパケット内に設定されている特別なオプション（例えば、ルータ警告オプション（RFC2113やRFC2711参照））の有無やパケットの種別や宛先アドレス等に基づいて、当該パケットを、マルチキャストコントロールパケット処理部13、宛先アドレス設定部15若しくはパケット転送部16のいずれかに転送するように構成されている。

#### 【0031】

ここで、マルチキャストコントロールパケットには、「Joinパケット」や「Leaveパケット」や「Redirectパケット」等が含まれる。

#### 【0032】

「Joinパケット」は、マルチキャスト対応ルータMRが、受信端末MTからのマルチキャストデータの送信要求（マルチキャストツリーへの参加要求）に応じて生成して上流方向の送信端末宛てに送信するパケットである。

#### 【0033】

「Leaveパケット」は、マルチキャスト対応ルータMRが、マルチキャストツリーからの明示的な脱退（離脱）を行うために、上流方向のマルチキャスト対応ルータMRや送信端末S1に対して送信するパケットである。

#### 【0034】

「Redirectパケット」は、マルチキャストツリーが安定状態である場合、マルチキャスト対応ルータMRが、新たな受信端末MTからのマルチキャストツリーへの参加要求や受信端末MTからのマルチキャストツリーからの脱退要求を受信した場合に、上流方向に配置されているマルチキャスト対応ルータMRや送信端末S1に対して、エントリ情報を変更するように指示する変更要求パケットとしての役割を果たす。

### 【0035】

エントリ管理部12は、マルチキャストデータと、当該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付けるエントリ情報（第1又は第2のエントリ情報）を管理するものである。具体的には、エントリ管理部12は、マルチキャストデータを識別するために、「送信端末アドレス（図2の例では、S）」と「マルチキャストアドレス（図2の例では、G）」とを関連付けている。また、エントリ管理部12は、マルチキャストデータの宛先情報として、マルチキャスト対応ルータMRを指定する「宛先アドレス（図2の例では、MR5、MR6）」を管理している。さらに、エントリ管理部12は、「カプセル化パケットの送信元（図2の例では、T）」を管理している。

### 【0036】

ここで、エントリ情報は、「送信端末アドレス（図2の例では、S）」と「マルチキャストアドレス（図2の例では、G）」との組み合わせによって特定される。

### 【0037】

なお、図2に示すマルチキャスト対応ルータMRは、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」で識別されるマルチキャストツリーに参加している。エントリ管理部12は、マルチキャスト対応ルータMRが参加しているマルチキャストツリーに係るエントリ情報のみを管理するように構成されている。

### 【0038】

マルチキャストコントロールパケット処理部13は、後述するように、マルチキャストコントロールパケットの種別に応じた所定処理を行うように構成されている。

### 【0039】

マルチキャストコントロールパケット生成部14は、マルチキャストコントロールパケット処理部13からの指示に応じて、JoinパケットやLeaveパケットやRedirectパケット等を生成してパケット転送部16に送信する。



#### 【0040】

また、マルチキャストコントロールパケット生成部14は、受信端末MTからの参加要求や脱退要求を受信した場合、それらに係るJoinパケットやLeaveパケットやRedirectパケット等を生成してパケット転送部16に送信する。

#### 【0041】

宛先アドレス設定部15は、受信したマルチキャストデータパケットをディカプセル化して、エントリ管理部12を参照して、当該マルチキャストデータパケットに係るエントリ情報を探索する。

#### 【0042】

そして、宛先アドレス設定部15は、当該エントリ情報において設定されている宛先アドレスを、カプセル化処理によって、当該マルチキャストデータパケットに設定してパケット転送部16に送信する。

#### 【0043】

なお、宛先アドレス設定部15は、当該エントリ情報において複数の宛先アドレスが設定されている場合、当該ルータMRは、マルチキャストデータパケットの複製ポイントであるため、当該マルチキャストデータパケットをその分だけ複製する。

#### 【0044】

パケット転送部16は、受信したマルチキャストデータパケットやマルチキャストコントロールパケットを転送する。

#### 【0045】

送信端末S1は、図3に示すように、エントリ管理部31と、マルチキャストデータ送信部33と、マルチキャストコントロールパケット受信部34とを具備している。

#### 【0046】

エントリ管理部31は、受信したJoinパケットに応じて、マルチキャストデータと、当該マルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第3のエントリ情報を生成して管理するものである。具体的には、エントリ管理部31は、エン



トリ情報として、「送信端末アドレス」と「マルチキャストアドレス」と「宛先アドレス」とを関連付けて管理する。

#### 【0047】

マルチキャストデータパケット送信部33は、アプリケーションから渡されたマルチキャストデータパケットを、エントリ情報の宛先アドレスに基づいてカプセル化して送信するものである。なお、マルチキャストデータ送信部33は、当該宛先アドレスが複数存在する場合、その数だけマルチキャストデータパケットを生成して送信する。

#### 【0048】

マルチキャストコントロールパケット受信部34は、ネットワーク上のルータからのマルチキャストコントロールパケットを受信して、その旨をエントリ管理部31に通知するものである。

#### 【0049】

(本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの動作)

図4乃至図19を参照して、本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの動作について説明する。

#### 【0050】

第1に、図4乃至図7を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータMRの動作について説明する。

#### 【0051】

図4に示すように、ステップ401において、マルチキャスト対応ルータMRのパケット受信部11は、隣接するルータからパケットを受信する。

#### 【0052】

ステップ402において、パケット受信部11は、受信したパケットが特別なパケットか、すなわち、受信したパケット内にルータ警告オプションが設定されているか否かについて判定する。

#### 【0053】

パケット受信部11は、受信したパケットを特別なパケットでないと判定した場合、ステップ403において、当該パケットの宛先が自分自身か否かについて

判定する。一方、パケット受信部11は、受信したパケットを特別なパケットであると判定した場合、ステップ408において、当該パケットをマルチキャストコントロールパケット処理部13に転送する。

#### 【0054】

パケット受信部11は、当該パケットの宛先が自分自身でないと判定した場合、ステップ404において、当該パケットをパケット転送部16に転送する。

#### 【0055】

一方、パケット受信部11は、当該パケットの宛先が自分自身であると判定した場合、ステップ405において、当該パケットがカプセル化されたパケットであるか否かについて判定する。

#### 【0056】

パケット受信部11は、当該パケットがカプセル化されたパケットであると判定した場合、ステップ405aにおいて、当該パケットをディカプセル化して、ステップ406において、当該パケットがマルチキャストデータパケットであるか否かについて判定する。

#### 【0057】

一方、パケット受信部11は、当該パケットがカプセル化されたパケットでないと判定した場合、ステップ406において、当該パケットがマルチキャストデータパケットであるか否かについて判定する。

#### 【0058】

パケット受信部11は、当該パケットがマルチキャストデータパケットであると判定した場合、ステップ407において、当該パケットを宛先アドレス設定部15に転送する。一方、パケット受信部11は、当該パケットがマルチキャストデータパケットでないと判定した場合、ステップ408において、当該パケットをマルチキャストコントロールパケット処理部13に転送する。

#### 【0059】

図5に示すように、ステップ421において、宛先アドレス設定部15は、パケット受信部11からマルチキャストデータパケットを受信する。

#### 【0060】

ステップ422において、宛先アドレス設定部15は、受信したマルチキャストデータパケットに係るエントリ情報が存在するか否かについて判定する。

#### 【0061】

当該エントリ情報が存在しないと判断された場合、ステップ423において、宛先アドレス設定部15は、当該マルチキャストパケットを廃棄する。

#### 【0062】

一方、当該エントリ情報が存在すると判断された場合、ステップ424において、宛先アドレス設定部15は、ディカプセル化されたマルチキャストデータパケットに設定されている「送信端末アドレス」及び「マルチキャストアドレス」に対応するエントリ情報を探索して、当該エントリ情報における「宛先アドレス」を用いて当該マルチキャストデータパケットをカプセル化する。ここで、複数の宛先アドレスが存在する場合、宛先アドレス設定部15は、その分だけマルチキャストデータパケットを複製して、それぞれのマルチキャストデータパケットに複数の宛先アドレスの各々を設定する。

#### 【0063】

ステップ425において、宛先アドレス設定部15は、当該マルチキャストデータパケットをパケット転送部16に転送し、パケット転送部16は、当該マルチキャストデータパケットの宛先アドレスに基づいて、当該マルチキャストデータパケットを転送する。

#### 【0064】

マルチキャストコントロールパケット処理部13は、パケット受信部11から受け取ったマルチキャストコントロールパケットが、Joinパケットである場合、図6に示す処理を行う。

#### 【0065】

ステップ442において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、エントリ管理部12を参照して、当該Joinパケットに含まれる「送信端末アドレス」及び「マルチキャストアドレス」に対応するエントリ情報が存在するか否かについて判定する。

#### 【0066】

当該エントリ情報が存在しないと判断された場合、ステップ443において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該「送信端末アドレス」及び「マルチキャストアドレス」を含むエントリ情報を生成してエントリ管理部12に追加する。

#### 【0067】

例えば、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該Joinパケットの送信元アドレスと当該エントリ情報における宛先アドレスとを比較した結果、両者が異なる場合、当該Joinパケットの送信元アドレスを、当該エントリ情報における宛先アドレスに追加する。

#### 【0068】

一方、当該エントリ情報が存在すると判断された場合、ステップ444において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該エントリ情報に係るマルチキャストツリーが安定しているか否かについて判定する。安定していると判定された場合、本動作はステップ445に進み、安定していないと判定された場合、本動作はステップ446に進む。

#### 【0069】

ステップ445において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該エントリ情報に複数の宛先アドレスが存在するか否かについて判定する。存在すると判定された場合、本動作はステップ446に進み、存在しないと判定された場合、本動作はステップ447に進む。

#### 【0070】

ステップ446において、マルチキャストコントロールパケット生成部14は、自マルチキャスト対応ルータMRを送信元アドレスとするJoinパケットを生成する。

#### 【0071】

ステップ447において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該Joinパケットをパケット転送部16に転送し、パケット転送部16は、当該「送信端末アドレス」に基づいて、当該Joinパケットを転送する。

#### 【0072】

マルチキャストコントロールパケット処理部13は、パケット受信部11から受け取ったマルチキャストコントロールパケットが、Leaveパケットである場合、図7に示す処理を行う。

#### 【0073】

ステップ462において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、エントリ管理部12を参照して、当該Leaveパケットに含まれる「送信端末アドレス」と「マルチキャストアドレス」と「宛先アドレス」とを含むエントリ情報が存在するか否かについて判定する。

#### 【0074】

当該エントリ情報が存在すると判断された場合、ステップ463において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該エントリ情報において、上述の「宛先アドレス」を削除する。一方、当該エントリ情報が存在しないと判断された場合、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、ステップ467において、当該Leaveパケットを廃棄する。

#### 【0075】

ステップ464において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該宛先アドレスを削除した結果、当該エントリ情報における残りの宛先アドレスが「0」になるか否か、すなわち、当該エントリ情報が消滅するか否かを判定する。

#### 【0076】

残りの宛先アドレスが「0」にならないと判定された場合、ステップ465において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該エントリ情報に係るマルチキャストツリーが安定しているか否かについて判定する。安定していると判定された場合、本動作はステップ466に進み、安定していないと判定された場合、本動作は終了する。

#### 【0077】

一方、残りの宛先アドレスが「0」になると判定された場合、ステップ468において、マルチキャストコントロールパケット生成部14が、自マルチキャスト対応ルータMRを送信元アドレスとするLeaveパケットを生成する。

### 【0078】

ステップ466において、マルチキャストコントロールパケット処理部13は、当該エントリ情報内に複数の宛先アドレスが存在するか否かについて判定する。複数の宛先アドレスが存在すると判定された場合、本動作は終了する。

### 【0079】

一方、複数の宛先アドレスが存在しないと判定された場合、すなわち、残りの宛先アドレスが単数になると判定した場合、自マルチキャスト対応ルータMRが、受信したマルチキャストデータパケットを複製する複製ポイントでなくなると認識して、その旨をマルチキャストコントロールパケット生成部14に通知し、ステップ468において、マルチキャストコントロールパケット生成部14が、自マルチキャスト対応ルータMRを送信元アドレスとするRedirectパケットを生成する。

### 【0080】

ステップ469において、マルチキャストコントロールパケット生成部14は、生成したLeaveパケットをパケット転送部16に転送し、パケット転送部16は、当該「送信端末アドレス」に基づいて、当該Leaveパケットを転送する。

### 【0081】

第2に、図8及び図9を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信端末MT1が、図9に示すマルチキャストツリーに参加する動作、すなわち、受信端末MT1が、送信端末S1に対してマルチキャストデータを送信するように要求する動作について説明する。

### 【0082】

ステップ501において、受信端末MT1が、IGMPv2やMLDv2のMembership Reportを用いて、当該マルチキャストツリーへの参加要求（当該マルチキャストデータの送信要求）をマルチキャスト対応ルータ（第2のルータ）MR5に送信する。

### 【0083】

ステップ502において、マルチキャスト対応ルータMR5は、受信した参加

要求に含まれる「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報（第2のエントリ情報）を作成する。ここで、エントリ情報は、自分の配下に、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」との組み合わせによって特定されるマルチキャストデータパケットの受信を希望する端末が存在することを示す。

#### 【0084】

ステップ503において、マルチキャスト対応ルータMR5は、当該参加要求を通知するための「Joinパケット(S, G) : [MR5]」を生成して送信する。ここで、(S, G)は、(送信端末アドレス, マルチキャストアドレス)、すなわち、マルチキャストデータの識別情報（マルチキャストツリーの識別情報）を示し、[MR5]は、Joinパケットの【パケット生成元情報】を示す。

#### 【0085】

なお、かかるJoinパケット(S, G) : [MR5]には、特別なオプション（例えば、ルータ警告オプション）が設定されているため、後述のマルチキャスト対応ルータMRが、受信したパケットがJoinパケットであることを検知することができる。

#### 【0086】

ステップ504において、マルチキャスト対応ルータMR3は、受信したJoinパケット(S, G) : [MR5]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」と「宛先アドレスMR5」とを関連付けるエントリ情報を作成すると共に、Joinパケット(S, G) : [MR3]を生成する。

#### 【0087】

ステップ505において、マルチキャスト対応ルータMR3は、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Joinパケット(S, G) : [MR3]を転送する。

#### 【0088】

ステップ506において、マルチキャスト対応ルータ（第1のルータ）MR1は、受信したJoinパケット(S, G) : [MR3]に応じて、「送信端末ア

「レスS」と「マルチキャストアドレスG」と「宛先アドレスMR 3」とを関連付けるエントリ情報（第1のエントリ情報）を作成すると共に、Joinパケット（S, G）：[MR 1]を生成する。

#### 【0089】

ステップ507において、マルチキャスト対応ルータMR 1は、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Joinパケット（S, G）：[MR 1]を転送する。

#### 【0090】

ステップ508において、通常ルータR 1は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 1]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0091】

ステップ509において、マルチキャスト対応ルータMR 0は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 1]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」と「宛先アドレスMR 1」とを関連付けるエントリ情報を作成すると共に、Joinパケット（S, G）：[MR 0]を生成する。

#### 【0092】

ステップ510において、マルチキャスト対応ルータMR 0は、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Joinパケット（S, G）：[MR 0]を転送する。

#### 【0093】

ステップ511において、送信端末S 1は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 0]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」と「宛先アドレスMR 0」とを関連付けるエントリ情報（第3のエントリ情報）を作成する。

#### 【0094】

第3に、図10及び図11を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、送信端末S 1が、マルチキャストデータを、複数のルータによって構成されているマルチキャストツリーを介して受信端末MT 1に送信する



動作について説明する。

#### 【0095】

ステップ701において、送信端末S1は、マルチキャストデータ記憶部32に記憶されているマルチキャストデータと、エントリ管理部31において当該マルチキャストデータに関する「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」とを含むマルチキャストデータパケットを生成する。ここで、当該マルチキャストデータパケットには、当該マルチキャストデータに関する「宛先アドレスMR0（ユニキャストアドレス）」によるカプセル化処理が施されており、送信端末S1は、当該宛先アドレスMR0に基づいて当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0096】

マルチキャスト対応ルータMR0は、ステップ702において、受信した当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化して、当該マルチキャストデータパケットに係るエントリ情報を参照して、「宛先アドレスMR1（ユニキャストアドレス）」によるカプセル化処理を施して、ステップ703において、当該宛先アドレスMR1に基づいて当該マルチキャストデータパケットを転送する。

#### 【0097】

ステップ704において、通常ルータR1は、当該宛先アドレスMR1に基づいて当該マルチキャストデータパケットを転送する。

#### 【0098】

マルチキャスト対応ルータMR1は、ステップ705において、をディカプセル化して、当該マルチキャストデータパケットに係るエントリ情報を参照して、「宛先アドレスMR3（ユニキャストアドレス）」によるカプセル化処理を施して、ステップ706において、当該宛先アドレスMR3に基づいて当該マルチキャストデータパケットを転送する。

#### 【0099】

マルチキャスト対応ルータMR3は、ステップ707において、をディカプセル化して、当該マルチキャストデータパケットに係るエントリ情報を参照して、「宛先アドレスMR5（ユニキャストアドレス）」によるカプセル化処理を施し



て、ステップ708において、当該宛先アドレスMR5に基づいて当該マルチキャストデータパケットを転送する。

#### 【0100】

ステップ709において、マルチキャスト対応ルータMR5は、受信した当該マルチキャストデータパケットが自ルータMR5宛てであると判断して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化する。そして、マルチキャスト対応ルータMR5は、ディカプセル化されたマルチキャストデータパケットに含まれる「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」に対応するエントリ情報をエントリ管理部12において探索する。そして、マルチキャスト対応ルータMR5は、探索されたエントリ情報における「宛先アドレス」が「マルチキャストアドレスG」を示すことを認識して、ステップ710において、当該「マルチキャストアドレスG」に基づくマルチキャストによって、当該マルチキャストデータを受信端末MT1に対して送信する。

#### 【0101】

上述のように、マルチキャストデータパケットは、ユニキャストアドレス(MR0、MR1、MR3、MR5)によってカプセル化されているため、送信端末S1とマルチキャスト対応ルータMR5との間に存在する中継ルータMR0、MR1、MR6では、かかるマルチキャストデータパケットがマルチキャストパケットであることを意識することなく、通常のユニキャストパケット処理によってマルチキャスト対応ルータMR5まで転送され得る。

#### 【0102】

第4に、図12及び図15を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、既に受信端末MT1がマルチキャストツリーに参加している状態で、新たな受信端末MT2が当該マルチキャストツリーに参加する動作について説明する。

#### 【0103】

図12及び図13に示すように、ステップ901において、受信端末MT2が、IGMPv2やMLDv2のMembership Reportを用いて、当該マルチキャストツリーへの参加要求(当該マルチキャストデータの送信要求



) をマルチキャスト対応ルータ（第3のルータ）MR 6に送信する。

#### 【0104】

ステップ902において、マルチキャスト対応ルータMR 6は、受信した参加要求に含まれる「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報を作成する。

#### 【0105】

ステップ903において、マルチキャスト対応ルータMR 6は、当該参加要求を通知するための「Joinパケット（S, G）：[MR 6]」を生成して送信する。

#### 【0106】

ステップ904において、通常ルータR 2は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 6]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0107】

ステップ905において、マルチキャスト対応ルータ（第1のルータ）MR 1は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 6]に応じて、エントリ管理部12において管理している「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むエントリ情報を（第1のエントリ情報）を、「宛先アドレスMR 3, MR 6」となるように変更する。

#### 【0108】

ここで、図14を参照して、受信端末MT 1及びMT 2が、上述のマルチキャストツリーに参加している状態で、送信端末S 1が、当該マルチキャストツリーを介して受信端末MT 1及びMT 2に対してマルチキャストデータを送信する動作について説明する。

#### 【0109】

ステップ1101において、送信端末S 1は、エントリ管理部31における「エントリ情報（S, G）：[MR 0]」を参照して、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むマルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 0」を用いてカプセル化処理を施す。そして、送信端末S 1

は、当該「宛先アドレスMR 0」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0110】

ステップ1102において、マルチキャスト対応ルータMR 0は、受信したマルチキャストデータパケットをディカプセル化した後、エントリ管理部31における「エントリ情報（S，G）：[MR 1]」を参照して、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むマルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 1」を用いてカプセル化処理を施す。そして、マルチキャスト対応ルータMR 0は、「宛先アドレスMR 1」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0111】

そして、当該マルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 1は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）：[MR 3，MR 6]」を参照して、それぞれ「宛先アドレスMR 3」及び「宛先アドレスMR 6」によってカプセル化処理を施したマルチキャストデータパケットを2つ生成する。そして、マルチキャスト対応ルータMR 1は、「宛先アドレスMR 3」及び「宛先アドレスMR 6」に基づいて、それぞれのマルチキャストデータパケットを送信する（ステップ1103a及びステップ1103b参照）。

#### 【0112】

ステップ1104aにおいて、マルチキャスト対応ルータMR 3は、受信したマルチキャストデータパケットをディカプセル化した後、エントリ管理部31における「エントリ情報（S，G）：[MR 5]」を参照して、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むマルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 5」を用いてカプセル化処理を施す。そして、マルチキャスト対応ルータMR 3は、「宛先アドレスMR 5」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0113】

ステップ1105aにおいて、「宛先アドレスMR 5」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 5は、エントリ管理部



12における「エントリ情報（S，G）」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。

#### 【0114】

また、ステップ1104bにおいて、「宛先アドレスMR6」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR6は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。

#### 【0115】

なお、図15に、上述のマルチキャストツリーに、更に、受信端末MT3及びMT4が参加した状態で、送信端末S1が、マルチキャストデータを、当該マルチキャストツリーを介して、受信端末MT1乃至MT4に対して送信する動作を示す。

#### 【0116】

図15に示すように、各マルチキャスト対応ルータMR及び送信端末S1のエントリ情報は、受信端末MT3の参加が完了した場合には「変更2」で示す状態に変更され、受信端末MT4の参加が完了した場合には「変更3」で示す状態に変更される。上述のマルチキャストデータパケットは、最新の各マルチキャスト対応ルータMR及び送信端末S1のエントリ情報に基づいて、図14の場合と同様に、送信端末S1から受信端末MT1乃至MT4に送信される。

#### 【0117】

図15において、受信端末MT3は、同一リンク上に、マルチキャスト対応ルータMRが存在しないため、上述の参加要求（送信要求）を通知するためのJoin packetを生成して、直接マルチキャスト対応ルータMR4に対して送信することによって、当該マルチキャストツリーに参加する。

#### 【0118】

また、マルチキャスト対応ルータMR4は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）：[MT3, MR7]」に基づいて、受信端末MT3に対して、マルチキャストによってではなく、宛先アドレスとして「MT3」が設定されたマルチキャストデータパケットとして、当該マルチキャストデータを送信

するように構成されている。

#### 【0119】

ここで、受信端末MT3は、同一リンク上で、Membership Queryを一定時間以上受信しない場合や、Membership Reportを送信した後に一定時間以上経ってもマルチキャストデータが送信されない場合に、同一リンク上にマルチキャスト対応ルータMRが存在しないと判断することができる。

#### 【0120】

ここで、図16を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、上述のマルチキャストツリーが安定状態に移行する際の動作について説明する。

#### 【0121】

マルチキャストツリーが安定状態に移行した場合、送信端末S1は、マルチキャストデータパケットを利用して、マルチキャストツリーが安定状態へ移行したことを知らせる。マルチキャストツリーが安定状態へ移行すると、マルチキャストデータパケットの複製ポイント間を結ぶマルチキャストツリーが生成される。その結果、複製ポイント以外の中継ノードとなっているマルチキャスト対応ルータMR（例えば、マルチキャスト対応ルータMR2）では、マルチキャストデータパケットをユニキャストパケットと同様に扱うため、ネットワーク全体の負荷を軽減することが出来る。

#### 【0122】

マルチキャストツリーが安定状態へ移行した場合、各ノードが送信するJoinパケットは、複製ポイントではないマルチキャストルータMRでは、エントリ情報が生成または更新されるだけで、そのまま上位のルータへと転送される。

#### 【0123】

図16の例では、受信端末MT1からのJoinパケットは、マルチキャスト対応ルータMR3を通過し、複製ポイントであるマルチキャスト対応ルータMR1で受信される。

#### 【0124】



この結果、マルチキャスト対応ルータMR 1におけるエントリ情報の宛先アドレスにマルチキャスト対応ルータMR 5が加えられ、マルチキャスト対応ルータMR 1は、マルチキャスト対応ルータMR 0から送信されるパケットを受信し、マルチキャスト対応ルータMR 5及びMR 6へ送信する。

#### 【0125】

また、Joinパケットが通過すると同時に、マルチキャスト対応ルータMR 3が、特別なオプションを付加した「Redirectパケット (S, G) : MR 3→MR 5」を、送信者に対して送信することによって、マルチキャスト対応ルータMR 1のエントリ情報を「(S, G) : [MR 3, MR 6]」から「(S, G) : [MR 5, MR 6]」に変更するため、マルチキャスト対応ルータMR 5は、「MR 1→MR 5」及び「MR 1→MR 3→MR 5」の両方のパスからマルチキャストデータパケットを重複して受け取ることを防ぐことができる。

#### 【0126】

同様にして、マルチキャスト対応ルータMR 4が定期的に送信するJoinパケットは、マルチキャスト対応ルータMR 2を通過して、マルチキャスト対応ルータMR 0から送信されるパケットは、直接マルチキャスト対応ルータMR 4へと転送される。

#### 【0127】

第5に、図17乃至図19を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、安定化状態にあるマルチキャストツリーに受信端末MT 1乃至MT 4が参加している状態で、受信端末MT 2が当該マルチキャストツリーから脱退する動作について説明する。

#### 【0128】

ステップ1301において、受信端末MT 2が、IGMP v2やMLD v2のLeaveを用いて、当該マルチキャストツリーからの脱退要求（当該マルチキャストデータの送信停止要求）をマルチキャスト対応ルータ（第3のルータ）MR 6に送信する。

#### 【0129】

ステップ1302において、マルチキャスト対応ルータMR 6は、エントリ管

理部12から、当該脱退要求に含まれる「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報を削除する。

#### 【0130】

ステップ1303において、マルチキャスト対応ルータMR6は、当該脱退要求を通知するための「Leaveパケット(S, G) : [MR6]」を生成して送信する。

#### 【0131】

なお、かかるLeaveパケット(S, G) : [MR6]には、特別なオプション（例えば、ルータ警告オプション（RFC2113やRFC2711参照照））が設定されているため、後述のマルチキャスト対応ルータMRが、受信したパケットがLeaveパケットであることを検知することができる。

#### 【0132】

ステップ1304において、通常ルータR2は、受信したLeaveパケット(S, G) : [MR6]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0133】

ステップ1305において、マルチキャスト対応ルータ（第1のルータ）MR1は、受信したLeaveパケット(S, G) : [MR6]に応じて、エントリ管理部12において管理している「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むエントリ情報（第1のエントリ情報）を、「宛先アドレスMR5」のみとなるように変更する。

#### 【0134】

ステップ1306において、マルチキャスト対応ルータMR1は、当該エントリ情報における宛先アドレスが単数となったため、マルチキャストデータパケットを複製する複製ポイントでなくなったと認識する結果、送信端末S1において管理されている当該Leaveパケットに係るエントリ情報（第3のエントリ情報）を変更するように指示する「Redirectパケット(S, G) : [MR1→MR5]」を生成して、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Redirectパケット(S, G) : [MR1→MR5]を送信する。

## 【0135】

ステップ1307において、通常ルータR1は、受信したRedirectパケット(S, G)：[MR1→MR5]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

## 【0136】

ステップ1308において、マルチキャスト対応ルータMR0は、受信したRedirectパケット(S, G)：[MR1→MR5]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報において、宛先アドレスMR1, MR4を「宛先アドレスMR5, MR4」に変更する。

## 【0137】

ステップ1309において、マルチキャスト対応ルータMR0は、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Redirectパケット(S, G)：[MR1→MR5]を転送する。

## 【0138】

ステップ1310において、送信端末S1は、マルチキャスト対応ルータMR0は、受信したRedirectパケット]において、「宛先アドレス」に「MR1」が設定されていないため、当該エントリ情報「(S, G)：[MR0]」を変更することなく当該Redirectパケット(S, G)：[MR1→MR5]を廃棄する。

## 【0139】

ここで、図19に、上述のマルチキャストツリーから受信端末MT2が脱退した後に、送信端末S1から受信端末MT1、MT3、MT4に対して、マルチキャストデータを送信する動作を示す。

## 【0140】

(本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの作用・効果)

本実施形態に係るマルチキャスト通信システムによれば、第1及び第2のルータ等のマルチキャスト対応ルータMRが、マルチキャストデータの宛先アドレスを管理することによって、マルチキャストツリーを構築することができ、マルチ

キャスト対応ルータMR及び通常ルータRが混在するネットワークにおいても、マルチキャストデータの転送を実現することができる。

#### 【0141】

また、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムによれば、送信端末S1及び第1のルータMR1のエントリ情報を変更することによって、送信端末S1は、第1の受信端末MT1に加えて、新たに第2の受信端末MT2に対して、マルチキャストデータを転送することができる。

#### 【0142】

(本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システム)

図20乃至図23を参照して、本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システムについて説明する。以下、主として、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムについて、上述の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムとの相違点について説明する。

#### 【0143】

図20に示すように、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムでは、マルチキャスト対応ルータMR3及びMR8が、同一のイーサネット（リンク）上に接続されており、マルチキャスト対応ルータMR1が、当該イーサネットの上流に接続されている。

#### 【0144】

図21及び図22を参照して、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、安定化状態にあるマルチキャストツリーに既に受信端末MT1が参加している状態で、新たな受信端末MT2が当該マルチキャストツリーに参加する動作について説明する。

#### 【0145】

ステップ1701において、受信端末MT2が、IGMPv2やMLDv2のMembership Reportを用いて、当該マルチキャストツリーへの参加要求（当該マルチキャストデータの送信要求）をマルチキャスト対応ルータ（第3のルータ）MR6に送信する。

#### 【0146】

ステップ1702において、マルチキャスト対応ルータMR6は、受信した参加要求に含まれる「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報を作成する。

#### 【0147】

ステップ1703において、マルチキャスト対応ルータMR6は、当該参加要求を通知するための「Joinパケット(S, G)：[MR6]」を生成して送信する。

#### 【0148】

マルチキャスト対応ルータMR8は、ステップ1704において、受信したJoinパケット(S, G)：[MR6]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報を作成し、ステップ1705において、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Joinパケット(S, G)：[MR8]を転送する。

#### 【0149】

同一リンク上に(S, G)宛てのマルチキャストデータパケットを受信しているマルチキャスト対応ルータMR3が存在する場合には、マルチキャスト対応ルータMR8は、マルチキャストツリー安定後も複製ポイントのように振る舞い、Joinパケットを受信する。

#### 【0150】

ステップ1706において、マルチキャスト対応ルータ(第1のルータ)MR1は、受信したJoinパケット(S, G)：[MR8]に応じて、同一のイーサネット上にマルチキャスト対応ルータMR5及びMR6が接続されていることを検出して、エントリ管理部12における「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を関連付けている「エントリ情報(S, G)：[MR5]」を、「エントリ情報(S, G)」に変更する。

#### 【0151】

ステップ1707において、マルチキャスト対応ルータMR1は、送信端末S1において管理されている当該Joinパケットに係るエントリ情報(第3のエントリ情報)を変更するように指示する「Redirectパケット(S, G)

： [MR 5→MR 1] (変更要求パケット)」を生成して、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Redirectパケット(S, G)：[MR 5→MR 1]を転送する。

#### 【0152】

ステップ1708において、通常ルータR1は、受信したRedirectパケット(S, G)：[MR 5→MR 1]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0153】

ステップ1709において、マルチキャスト対応ルータMR0は、受信したRedirectパケット(S, G)：[MR 5→MR 1]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報において、「宛先アドレスMR5」を「宛先アドレスMR1」に変更する。ステップ1710において、マルチキャスト対応ルータMR0は、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Redirectパケット(S, G)：[MR 5→MR 1]を転送する。

#### 【0154】

ステップ1711において、送信端末S1は、マルチキャスト対応ルータMR0は、受信したRedirectパケット(S, G)：[MR 5→MR 1]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報(第3のエントリ情報)において、「宛先アドレスMR5」を「宛先アドレスMR1」に変更する。

#### 【0155】

図23に、本実施形態におけるマルチキャスト通信システムにおいて、図21及び図22に示す動作によって、受信端末MT1及びMT2が、上述のマルチキャストツリーに参加した状態で、送信端末S1が、当該マルチキャストツリーを介して受信端末MT1及びMT2に対してマルチキャストデータを送信する動作を示す。

#### 【0156】

ステップ1901において、送信端末S1は、エントリ管理部31における「

エントリ情報（S，G）：[MR 1]」を参照して、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むマルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 1」を用いてカプセル化処理を施す。そして、送信端末S 1は、当該「宛先アドレスMR 1」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0157】

ステップ1902において、当該マルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 1は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）」を参照して、「マルチキャストアドレスG」を用いたマルチキャストによって、上述のイーサネット上に、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0158】

ステップ1903において、当該イーサネットを介してマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 3は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）：[MR 5]」を参照して、当該マルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 5」を用いてカプセル化処理を施す。そして、マルチキャスト対応ルータMR 3は、当該「宛先アドレスMR 5」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0159】

ステップ1904において、「宛先アドレスMR 5」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 5は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。

#### 【0160】

同様に、ステップ1905において、当該イーサネットを介してマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 8は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S，G）：[MR 6]」を参照して、当該マルチキャストデータパケットに対して「宛先アドレスMR 6」を用いてカプセル化処理を施す。そして、マルチキャスト対応ルータMR 8は、当該「宛先アドレス

MR 6」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0161】

ステップ1906において、「宛先アドレスMR 6」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR 6は、エントリ管理部12における「エントリ情報（S, G）」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。

#### 【0162】

(本発明の第3の実施形態に係るマルチキャスト通信システム)

図24乃至図26を参照して、本発明の第3の実施形態に係るマルチキャスト通信システムについて説明する。以下、主として、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムについて、上述の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムとの相違点について説明する。なお、本実施形態では、マルチキャストツリーが安定状態にあることを前提に説明する。

#### 【0163】

本実施形態に係るマルチキャスト通信システムでは、ネットワークを構成する全てのマルチキャスト対応ルータMRは、上述のように、マルチキャストコントロールパケットに対する処理を行う必要がない。

#### 【0164】

したがって、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムでは、リソース不足に陥ったマルチキャスト対応ルータMRは、マルチキャストコントロールパケットに対する処理を行うことなく、当該マルチキャストコントロールパケットをそのまま通過させることによって、上流に配置されている他のマルチキャスト対応ルータMRに当該処理を委託するように動作することができる。

#### 【0165】

また、本実施形態に係るマルチキャスト通信システムでは、一部のマルチキャスト対応ルータMRのみが、マルチキャストコントロールパケットに対する処理を行えばよいため、負荷分散という効果を奏することもできる。

#### 【0166】

図24及び図25を参照して、受信端末MT1が、マルチキャストツリーに参

加している場合で、且つ、マルチキャスト対応ルータMR 1が、リソース不足に陥っている場合に、受信端末MT 2が、新たに当該マルチキャストツリーに参加する動作について説明する。

#### 【0167】

ステップ2001において、受信端末MT 2が、IGMP v2やMLD v2のMembership Reportを用いて、当該マルチキャストツリーへの参加要求（当該マルチキャストデータの送信要求）をマルチキャスト対応ルータ（第3のルータ）MR 6に送信する。

#### 【0168】

ステップ2002において、マルチキャスト対応ルータMR 6は、受信した参加要求に含まれる「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報を作成する。

#### 【0169】

ステップ2003において、マルチキャスト対応ルータMR 6は、当該参加要求を通知するための「Joinパケット（S, G）：[MR 6]」を生成して送信する。

#### 【0170】

ステップ2004において、通常ルータR 2は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 6]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0171】

ステップ2005において、マルチキャスト対応ルータ（第1のルータ）MR 1は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 6]に応じた処理を行うためおりソースが不足しているため、当該Joinパケット（S, G）：[MR 6]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。

#### 【0172】

ステップ2006において、通常ルータR 1は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR 6]を、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、そのまま転送する。



### 【0173】

ステップ2007において、マルチキャスト対応ルータ（第1のルータ）MR0は、受信したJoinパケット（S, G）：[MR6]に応じて、エントリ管理部12において管理している「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むエントリ情報（第1のエントリ情報）を、「宛先アドレスMR5, MR6」となるように変更する。

### 【0174】

ステップ2008において、マルチキャスト対応ルータMR0は、送信端末S1において管理されている当該Joinパケットに係るエントリ情報（第3のエントリ情報）を変更するように指示する「Redirectパケット（S, G）：[MR5→MR0]（変更要求パケット）」を生成して、当該「送信端末アドレスS」に基づいて、当該Redirectパケット（S, G）：[MR5→MR0]を転送する。

### 【0175】

ステップ2009において、送信端末S1は、マルチキャスト対応ルータMR0は、受信したRedirectパケット（S, G）：[MR5→MR0]に応じて、「送信端末アドレスS」と「マルチキャストアドレスG」とを関連付けるエントリ情報（第3のエントリ情報）において、「宛先アドレスMR5」を「宛先アドレスMR0」に変更する。

### 【0176】

図26に、本実施形態におけるマルチキャスト通信システムにおいて、図24及び図25に示す動作によって、受信端末MT1及びMT2が、上述のマルチキャストツリーに参加した状態で、送信端末S1が、当該マルチキャストツリーを介して受信端末MT1及びMT2に対してマルチキャストデータを送信する動作を示す。

### 【0177】

ステップ2201において、送信端末S1は、エントリ管理部31における「エントリ情報（S, G）：[MR0]」を参照して、「送信端末アドレスS」及び「マルチキャストアドレスG」を含むマルチキャストデータパケットに対して

「宛先アドレスMR0」を用いてカプセル化処理を施す。そして、送信端末S1は、当該「宛先アドレスMR0」に基づいて、当該マルチキャストデータパケットを送信する。

#### 【0178】

ステップ2202において、当該マルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR0は、エントリ管理部12における「エントリ情報(S, G)：[MR5, MR6]」を参照して、それぞれ「宛先アドレスMR5」及び「宛先アドレスMR6」によってカプセル化処理を施したマルチキャストデータパケットを2つ生成する。そして、マルチキャスト対応ルータMR0は、「宛先アドレスMR5」及び「宛先アドレスMR6」に基づいて、それぞれのマルチキャストデータパケットを送信する（ステップ2202a及びステップ2202b参照）。

#### 【0179】

ステップ2203において、「宛先アドレスMR5」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR5は、エントリ管理部12における「エントリ情報(S, G)」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。また、ステップ2204において、「宛先アドレスMR6」宛てのマルチキャストデータパケットを受信したマルチキャスト対応ルータMR6は、エントリ管理部12における「エントリ情報(S, G)」を参照して、当該マルチキャストデータパケットをディカプセル化した後にマルチキャストによって送信する。

#### 【0180】

##### (変更例1)

IPは、コネクションレス通信であるため、メッセージの到達性が保証されていない。そのため、マルチキャスト通信システムにおいて、マルチキャストコントロールパケットの到着性も保証されていないので、パケットロスへの対応策を設けることが必須となる。本変更例に係るマルチキャスト通信システムは、かかるパケットロスへの対応策を設けたものである。

#### 【0181】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信したJoinパケット（送信要求パケット、変更要求パケット）又はLeaveパケット（送信停止要求パケット）等のマルチキャストコントロールパケットに応じてエントリ情報を生成又は変更したマルチキャスト対応ルータMRは、当該マルチキャストコントロールパケットの送信元に対して、明示的に確認応答を送信するように構成されている。

#### 【0182】

具体的には、マルチキャスト対応ルータMRのマルチキャストコントロールパケット生成部14において生成されたマルチキャストコントロールパケットが転送される場合、当該マルチキャスト対応ルータMRは、受信したマルチキャストコントロールパケットの送信元に対して確認応答を送信する。

#### 【0183】

また、送信端末S1は、エントリ情報が生成又は変更されない場合であっても、マルチキャストコントロールパケットを受信した場合は、必ず当該マルチキャストコントロールパケットの送信元に対して確認応答を送信する。

#### 【0184】

かかる確認応答をマルチキャストコントロールパケットの送信元のマルチキャスト対応ルータMRが受け取ることによって、当該送信元のマルチキャスト対応ルータMRと送信端末S1との間に存在する全てのマルチキャスト対応ルータMRにおいてマルチキャストコントロールパケットを受信したことを確認することができる。

#### 【0185】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムによれば、Joinパケット（送信要求パケット）、Redirectパケット（変更要求パケット）又はLeaveパケット（送信停止要求パケット）等のマルチキャストコントロールパケットに応じてエントリ情報を生成又は変更したマルチキャスト対応ルータMRが、確認応答を返送するため、マルチキャストツリーが正確に変更されたことを送信端末S1において認識することができ、パケットロスを低減することができる。

#### 【0186】



## (変更例 2)

本変更例に係るマルチキャスト通信システムは、上述の変更例 1 に係るマルチキャスト通信システムと同様に、メッセージの到達性が保証されていないことから派生するパケットロスへの対応策を設けたものである。

## 【0187】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムは、通常のインターネット技術で採用されている「Soft State」を利用することによって、かかるパケットロスへの対応策を設ける。

## 【0188】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムにおいて、各エントリ情報は、有効期間（ライフタイム）を有している。

## 【0189】

ここで、各マルチキャスト対応ルータMRは、各エントリ情報の有効期間内に、当該エントリ情報に係るJoinパケットを受信した場合に、当該有効期間を延長するように構成されている。

## 【0190】

一方、各マルチキャスト対応ルータMRは、各エントリ情報の有効期間内に、Joinパケットを受信しなかった場合に、当該エントリ情報を自動的に削除するように構成されている。

## 【0191】

そのため、Joinパケットを送信したマルチキャスト対応ルータMRは、当該Joinパケットに係るエントリ情報の有効期間が満了する前に、再度、当該エントリ情報に係るJoinパケットを送信することによって、他のマルチキャスト対応ルータMRにおける当該エントリ情報の有効期間を更新する必要がある。

## 【0192】

一方、マルチキャストデータの送信（配信）停止を希望する場合には、上述のエントリ情報が有効期間の満了と共に自動的に削除されるため、マルチキャスト対応ルータMRは、パケットがロスすることを想定して何度も同様のLeave



パケットを送信する必要がなくなる。

### 【0193】

なお、マルチキャスト対応ルータMRは、マルチキャストデータパケットについては、I P - i n - I P 等のネットワーク層の技術ではなく、TCPやS C T P (R F C 2 9 6 0 参照) 等の技術をマルチキャスト対応ルータ間の転送に利用することによって、信頼性を増加させることができる。

### 【0194】

(変更例3)

上述の図20及び図22に示すように、マルチキャストツリーに新たに受信端末MT2が追加された場合、送信端末S1が、マルチキャスト対応ルータMR1から送信されたR e d i r e c t パケット (S, G) : [MR 5 → MR 1] を受信することによって、送信端末S1とマルチキャスト対応ルータMR5との間のトンネル、すなわち、エントリ情報 (S, G) : [MR 5] を直ぐに削除した場合、マルチキャスト対応ルータMR5においてパケットロスが発生する可能性がある。

### 【0195】

かかるパケットロスを防ぐために、本変更例に係るマルチキャスト通信システムでは、送信端末S1は、エントリ情報を変更した場合、所定期間、変更前のエントリ情報を保持するように構成されている。

### 【0196】

その結果、マルチキャスト対応ルータMR5では、上述の所定期間経過前は、送信端末S1から直接送られてくるマルチキャストデータパケットと、マルチキャスト対応ルータMR1を経由して送られてくるマルチキャストデータパケットとが同時に届くことになる。

### 【0197】

しかしながら、送信端末S1から直接送られてくるマルチキャストデータパケットは、上述の所定期間経過後、例えば、エントリ情報がS o f t S t a t e 管理されている場合には、有効期間満了後、自動的に送信停止される。

### 【0198】



また、本変更例に係るマルチキャスト通信システムでは、マルチキャスト対応ルータMR 5は、上述の所定期間内に、マルチキャストデータパケットを重複受信した場合に、当該マルチキャストデータの送信停止要求を通知するRedirectパケット（変更要求パケット）を上流方向に明示的に送信するように構成されていてもよい。

### 【0199】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムによれば、エントリ情報を変更してマルチキャストツリーを変更する際に、一定の猶予期間（所定期間）を設けることによって、パケットロスを低減することができる。

### 【0200】

本変更例に係るマルチキャスト通信システムによれば、マルチキャスト対応ルータ（第2のルータ）MR 5が、明示的にRedirectパケット（変更要求パケット）を送信することによって、マルチキャストデータパケットの重複受信を停止することができ、マルチキャストツリーをスムーズに変更することができる。

### 【0201】

#### （変更例4）

上述の実施形態及び変更例では、マルチキャストパケットを、エントリ情報における宛先アドレスを用いたカプセル化して転送する方式を採用する例について述べているが、本発明は、これらに限定されるものではなく、エントリ情報における宛先アドレスを用いたNAT（Network Address Translation）技術やIP Masquerade技術を用いる方式を採用するように構成されていてもよい。本変更例に係るマルチキャスト通信システムによれば、カプセル化処理によるオーバヘッドをなくすことが可能となる。

### 【0202】

#### （変更例5）

本変更例では、図27を参照して、上述の実施形態及び変更例に係るパケット通信システムにおいて、送信端末S1が、ホームネットワークから外部ネットワークに移動（ハンドオーバ）する場合の動作について説明する。



### 【0203】

送信端末S1は、ユニキャストにおけるMobile IPv6を利用して、ホームネットワークから外部ネットワークへの移動（ハンドオーバ）を実現する。

### 【0204】

図27に示すように、送信端末S1は、移動先ネットワークにおいて、新たなる「気付けアドレス（Care of Address: CoA）S'」を獲得すると、気付けアドレスS'を送信元とし、ホームネットワークで用いていたアドレスSを「Home Address option (HAO)」にセットしたパケットを、移動前に用いていたエントリ情報に従って、マルチキャスト対応ルータMR0に対して送信する。

### 【0205】

気付けアドレスが変化し、送信端末S1のエントリ情報中の宛先アドレスが1つの場合、マルチキャストデータパケットに対しても特別なオプションが付加される。このマルチキャストデータパケットは、マルチキャスト対応ルータMR1で受信され、移動先のアドレスがホームアドレスと共に、エントリ情報に記憶される（（S/S'，G）：[MR5，MR6] 参照）。

### 【0206】

そして、このマルチキャストデータパケットは、エントリ情報に従って、マルチキャスト対応ルータMR5及びMR6に転送されると共に、これまでに受信していたカプセル化パケットの転送元であるマルチキャスト対応ルータMR0へも転送される。

### 【0207】

マルチキャスト対応ルータMR0は、エントリ情報に設定されている宛先アドレスのうち、受信したマルチキャストデータパケットの転送元マルチキャスト対応ルータMR1以外（MR4）に対して、当該マルチキャストデータパケットを転送する。

### 【0208】

なお、送信端末S1のエントリ情報中に複数の宛先アドレスが管理されている



場合、マルチキャストデータパケットは、特別なオプションを付与せず、当該複数の宛先アドレスに対して各々がカプセル化されて送信される。

### 【0209】

新たな移動先ネットワークから転送されるマルチキャストパケットを受け取った受信端末MTは、移動先ネットワーク気付けアドレスに対して、Joinパケットを送信することで、新たな移動先ネットワークを頂点とするマルチキャストツリーを構築することが出来る。

### 【0210】

なお、受信端末MTは、移動（ハンドオーバ）する場合、移動前にパケットを受け取っていたマルチキャスト対応ルータMRに対してLeaveパケットを送信すると共に、移動先ネットワークで新たにJoinパケットを送信する。

### 【0211】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ネットワーク内に部分的にマルチキャスト対応ルータを導入することによって、容易に且つ低成本で、マルチキャスト対応ルータ及び通常ルータ（マルチキャスト非対応ルータ）が混在するネットワークにおいて、マルチキャストデータの転送を実現するマルチキャスト通信システム及びこれに用いて好適なルータ（マルチキャスト対応ルータ）を提供することができる。

### 【0212】

また、本発明によれば、ネットワークを構成する全てのマルチキャスト対応ルータでマルチキャストパケットを処理する必要がないので、ネットワークの負荷が軽減される。

### 【0213】

また、本発明によれば、特定のマルチキャスト対応ルータにおけるマルチキャストパケットに対する処理を停止すること等によって、マルチキャストデータパケットの複製ポイントを選択することができるため、負荷の分散を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】



## 【図 1】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの全体構成図である。

## 【図 2】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータの機能ブロック図である。

## 【図 3】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成する送信端末の機能ブロック図である。

## 【図 4】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータの動作を示すフローチャートである。

## 【図 5】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータの動作を示すフローチャートである。

## 【図 6】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータの動作を示すフローチャートである。

## 【図 7】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムを構成するマルチキャスト対応ルータの動作を示すフローチャートである。

## 【図 8】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を示すシーケンス図である。

## 【図 9】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を説明するための図である。

## 【図 10】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、マルチ



キャストツリーに参加している受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を示すシーケンス図である。

【図11】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、マルチキャストツリーに参加している受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

【図12】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を示すシーケンス図である。

【図13】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を説明するための図である。

【図14】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加した後、マルチキャストツリーに参加している複数の受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

【図15】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加した後、マルチキャストツリーに参加している複数の受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

【図16】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、上述のマルチキャストツリーが安定状態に移行する際の動作を説明するための図である。

【図17】

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信端末がマルチキャストツリーから脱退する動作を示すシーケンス図である。

**【図18】**

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、受信端末がマルチキャストツリーから脱退する動作を説明するための図である。

**【図19】**

本発明の第1の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1つの受信端末がマルチキャストツリーから脱退した後、マルチキャストツリーに参加している3つの受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

**【図20】**

本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システムの全体構成図である

**【図21】**

本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1台の新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を示すシーケンス図である。

**【図22】**

本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1台の新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を説明するための図である。

**【図23】**

本発明の第2の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1つの新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加した後、マルチキャストツリーに参加している2つの受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

**【図24】**

本発明の第3の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1台の新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を示すシーケンス図である。

**【図25】**



本発明の第3の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1台の新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加する動作を説明するための図である。

### 【図26】

本発明の第3の実施形態に係るマルチキャスト通信システムにおいて、1つの新たな受信端末がマルチキャストツリーに参加した後、マルチキャストツリーに参加している2つの受信端末に対してマルチキャストデータパケットを配信する動作を説明するための図である。

### 【図27】

本発明の変更例5に係るパケット通信システムにおいて、送信端末が、ホームネットワークから外部ネットワークに移動する場合の動作を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

MR 0、MR 1、MR 2、MR 3、MR 4、MR 5、MR 6、MR 7…マルチキャスト対応ルータ

MT 1、MT 2、MT 3、MT 4…受信端末

R 1、R 2、R 3、R 4、R 5、R 6…通常ルータ

S 1…送信端末

1 1…パケット受信部

1 2、3 1…エントリ管理部

1 3…マルチキャストコントロールパケット処理部

1 4…マルチキャストコントロールパケット生成部

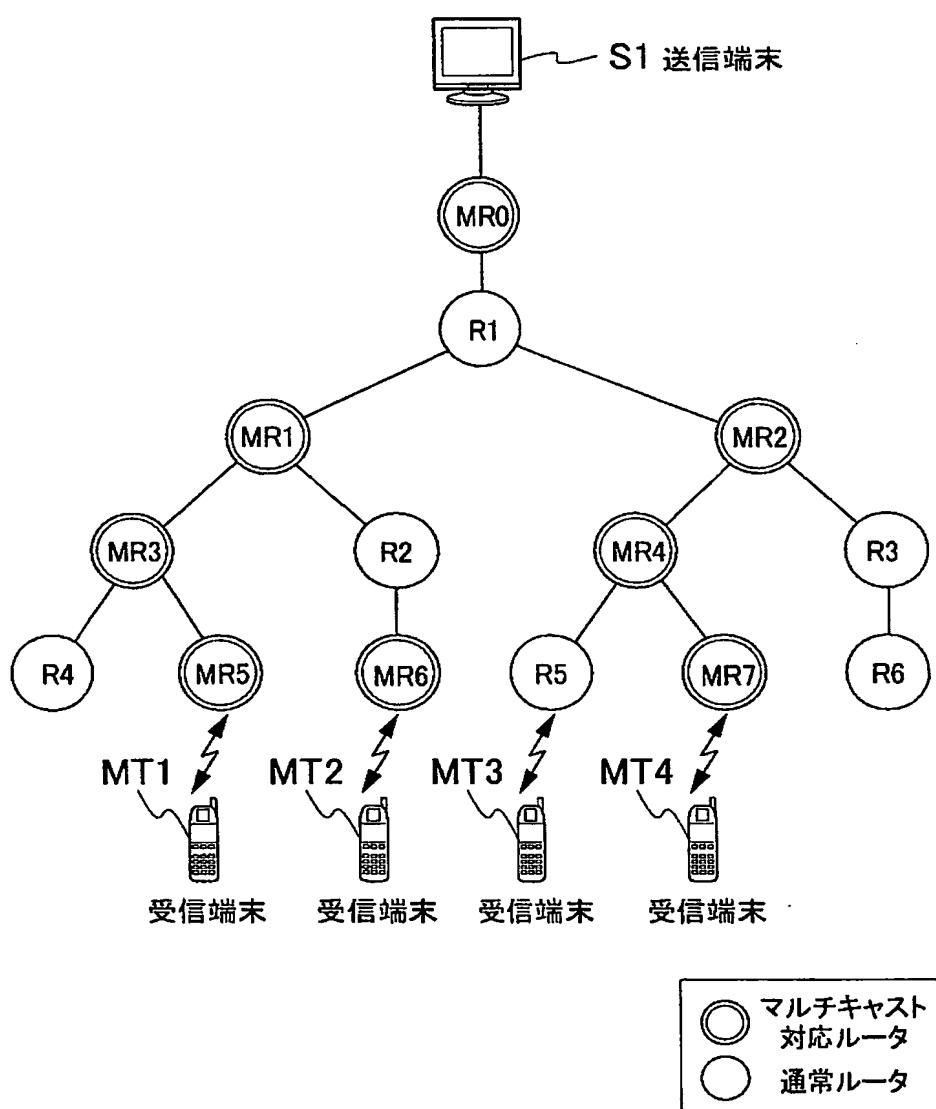
1 5…宛先アドレス設定部

1 6…パケット転送部

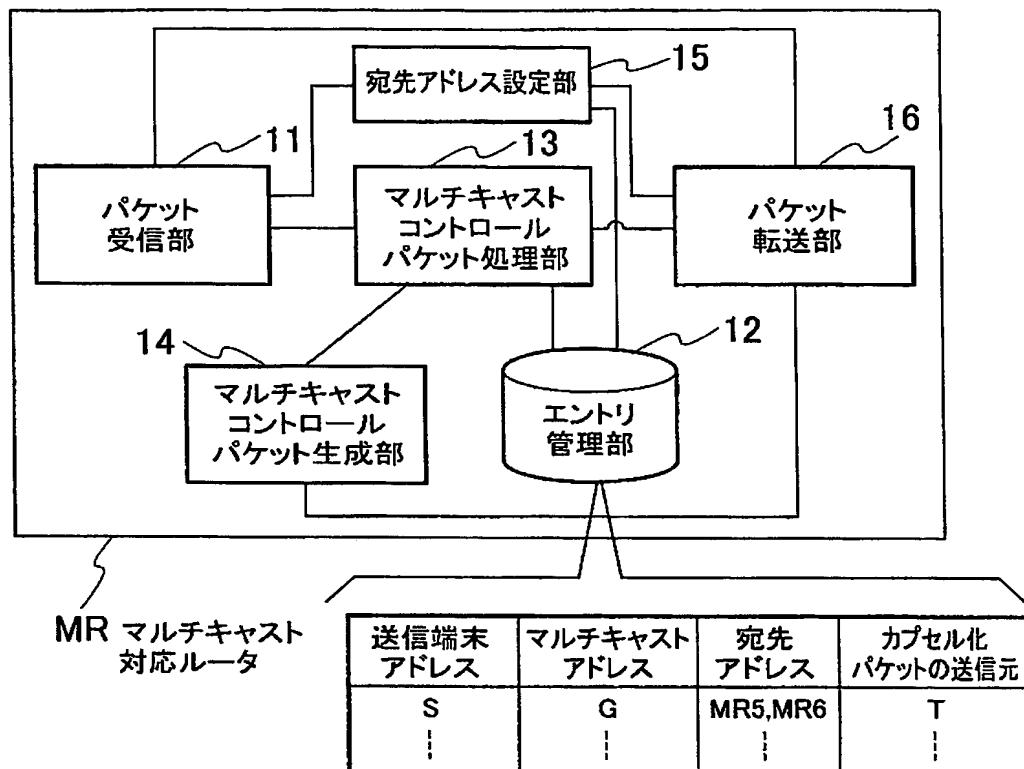
3 3…マルチキャストデータ送信部

3 4…マルチキャストコントロールパケット受信部

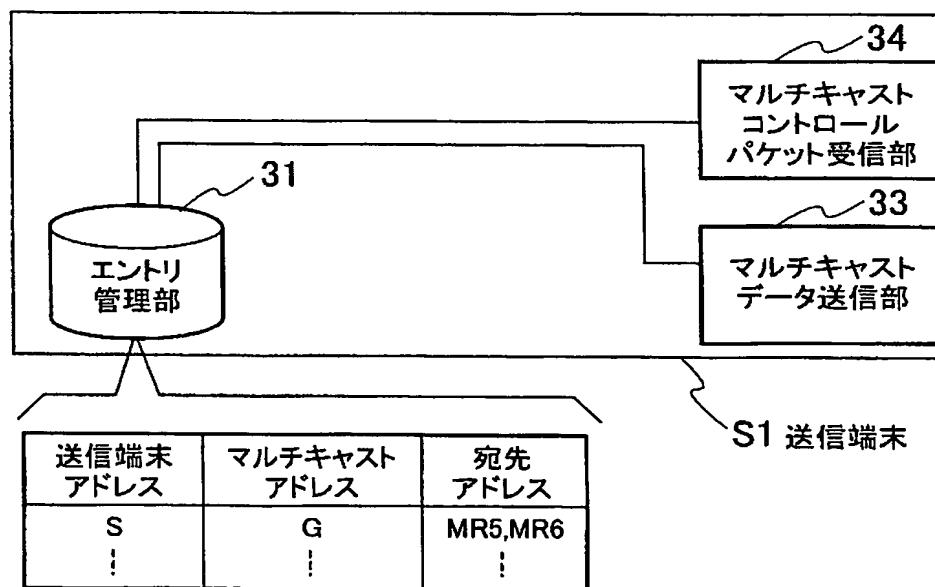
【書類名】 図面  
【図 1】



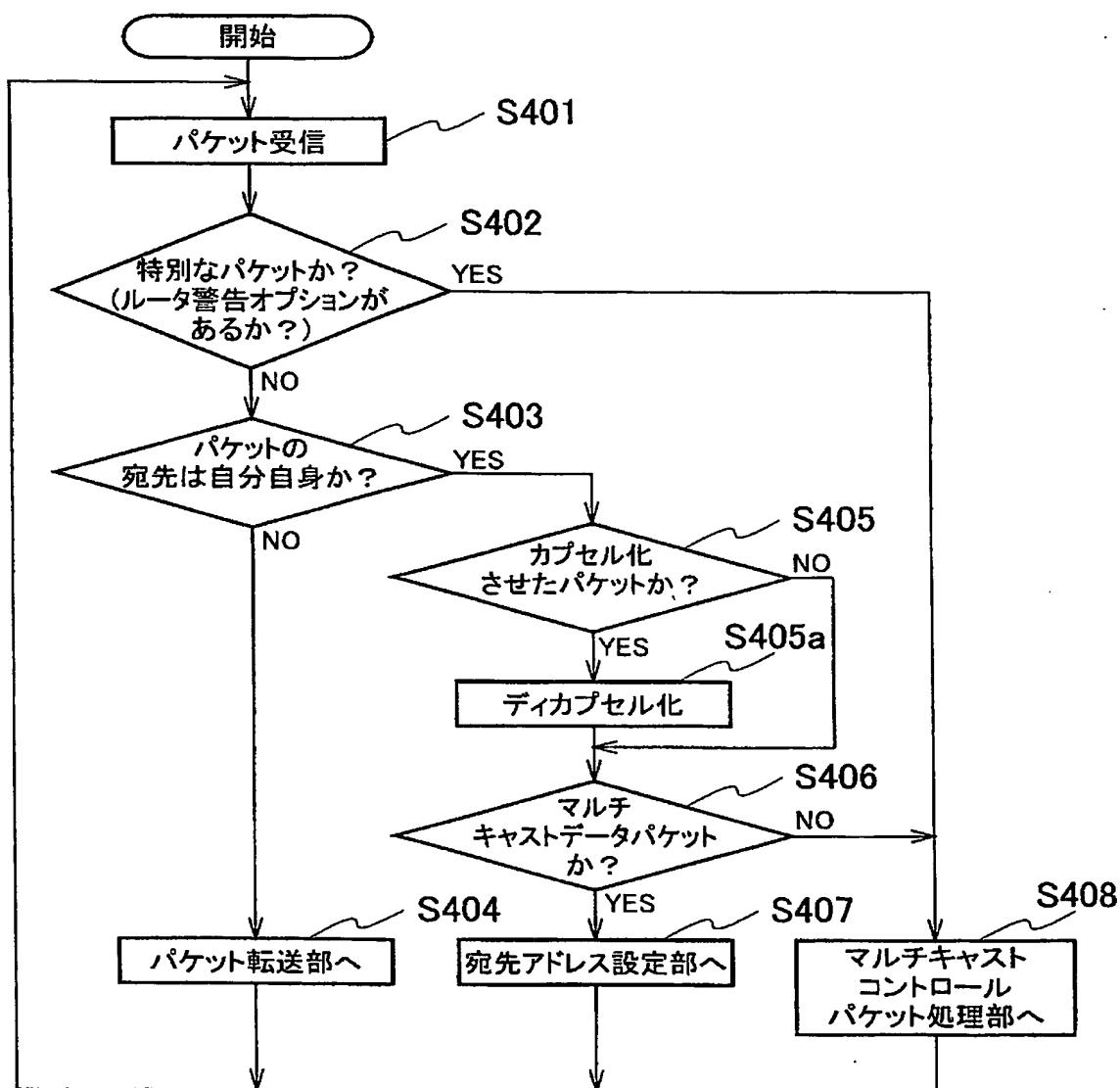
【図 2】



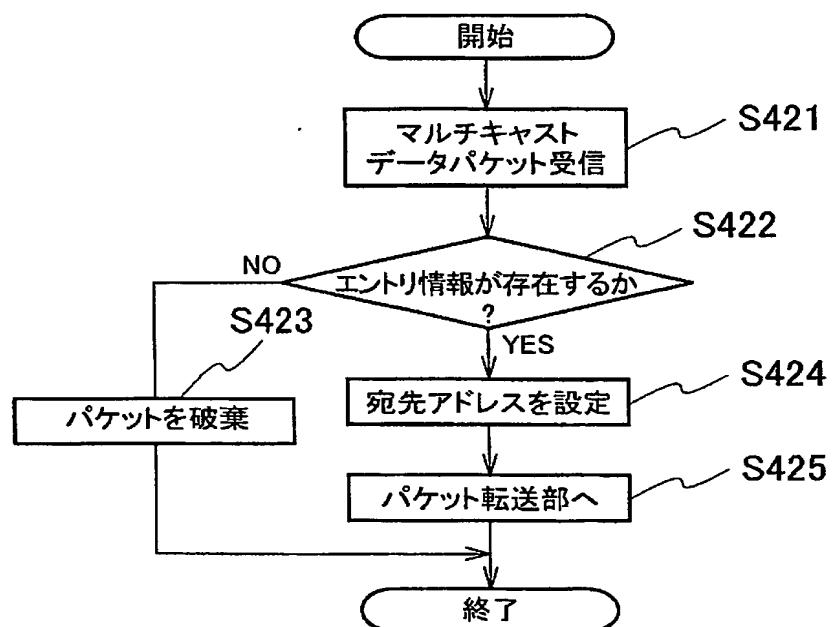
【図 3】



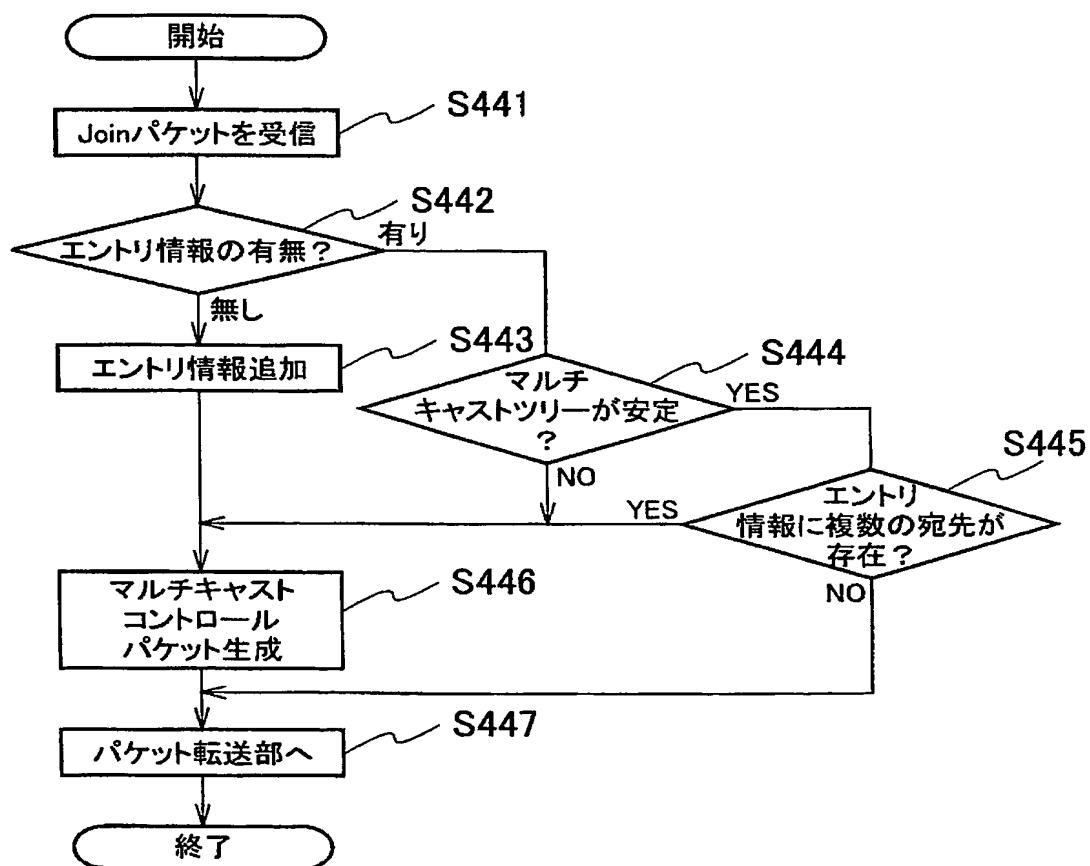
【図4】



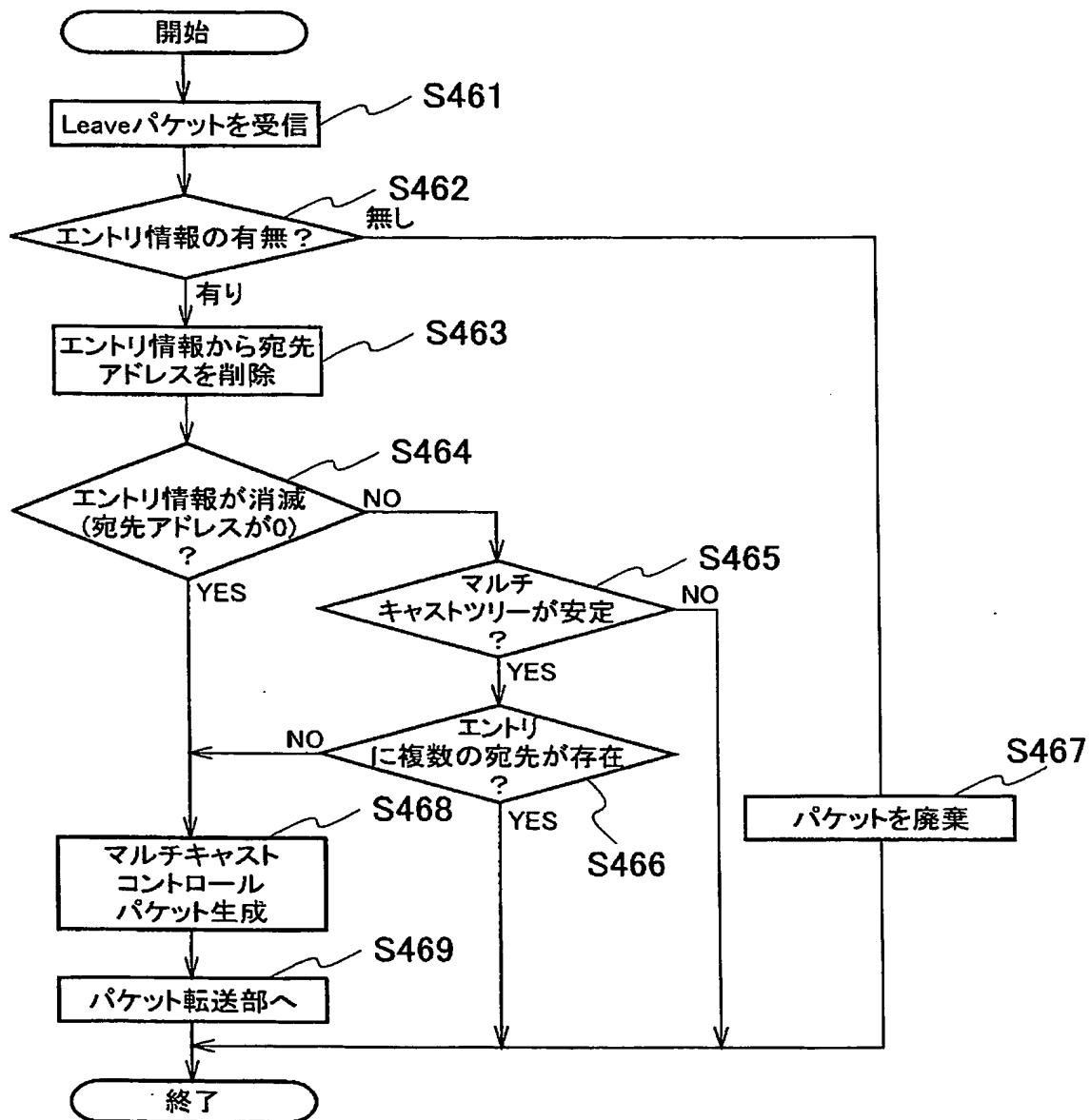
【図 5】



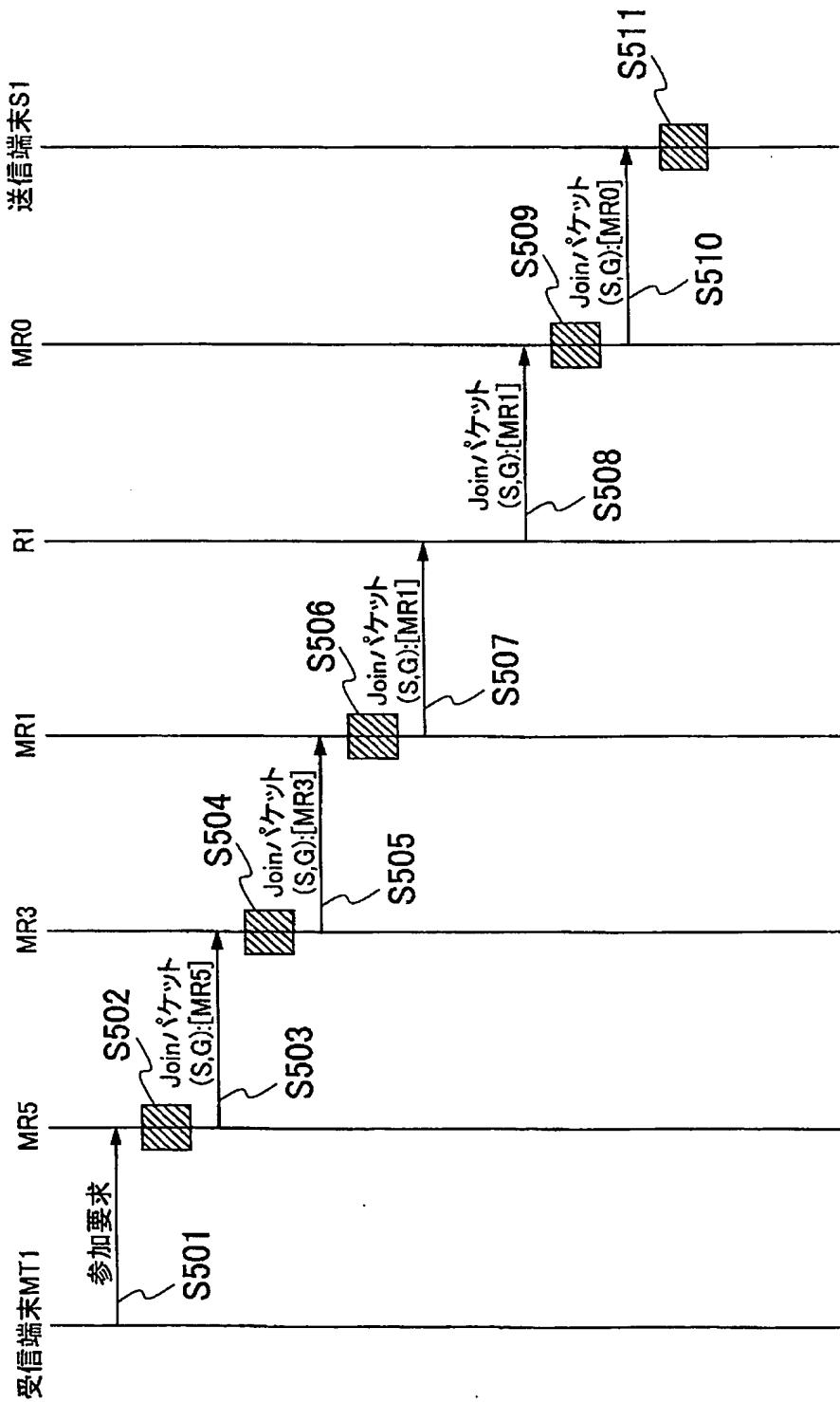
【図 6】



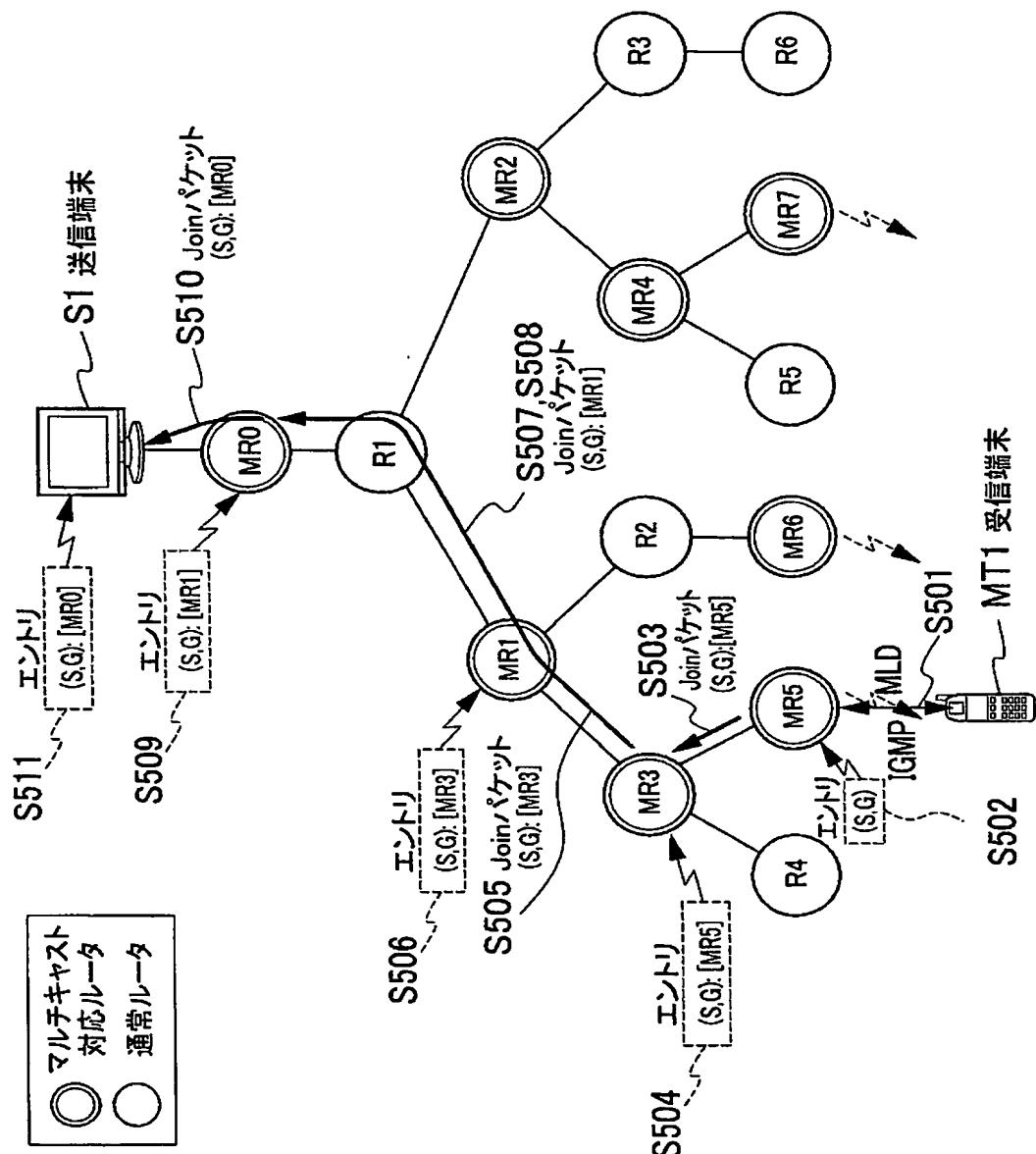
【図 7】



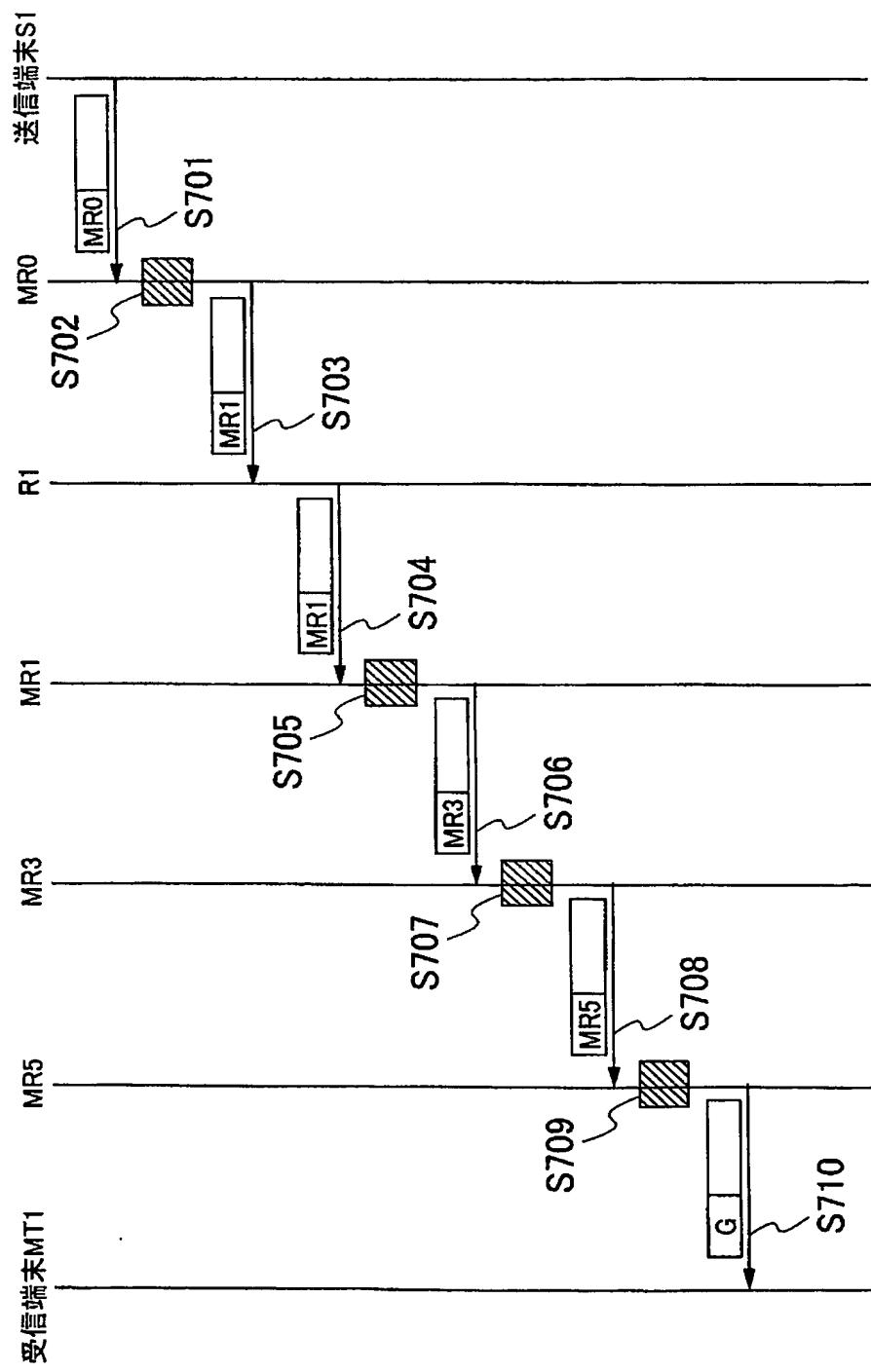
【図8】



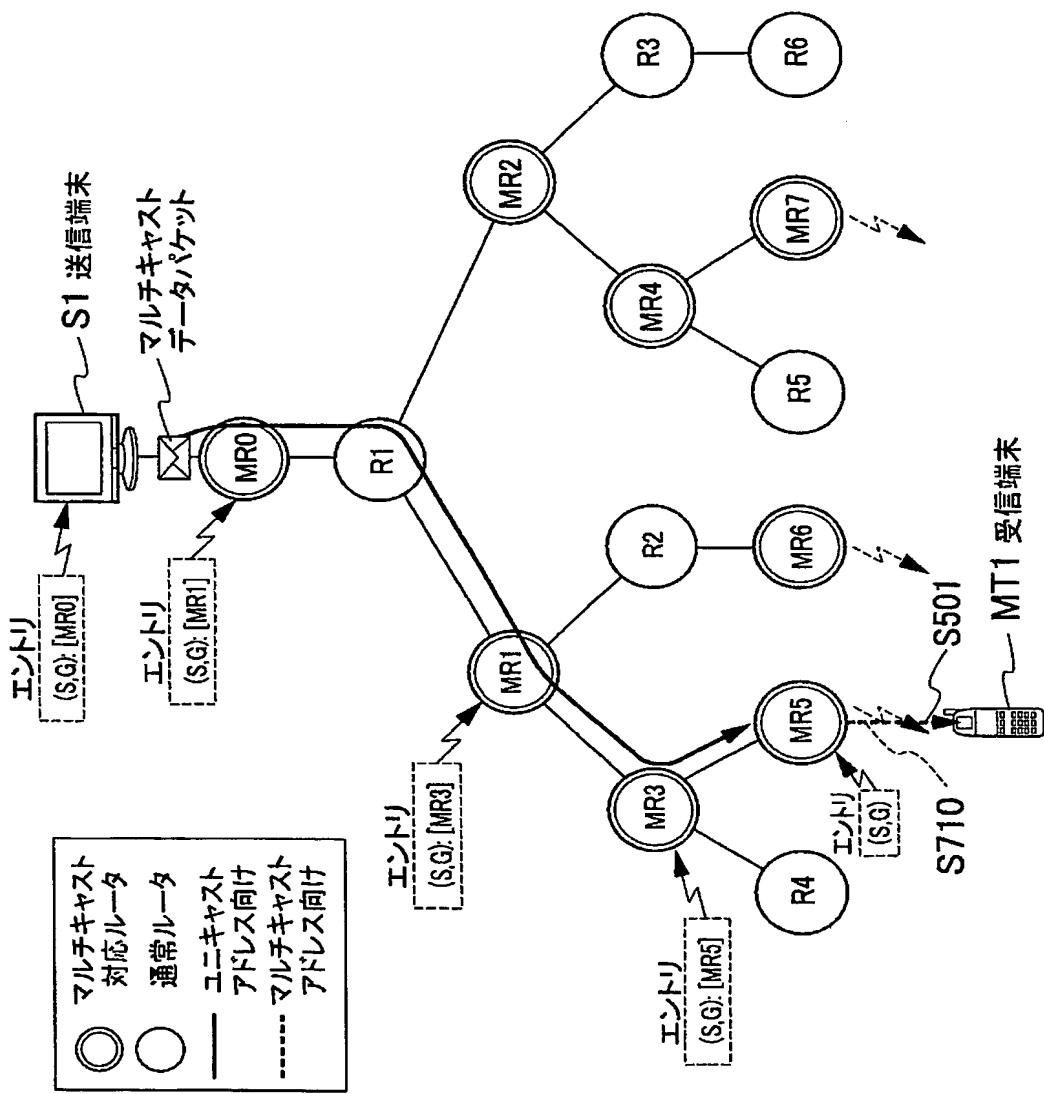
【図9】



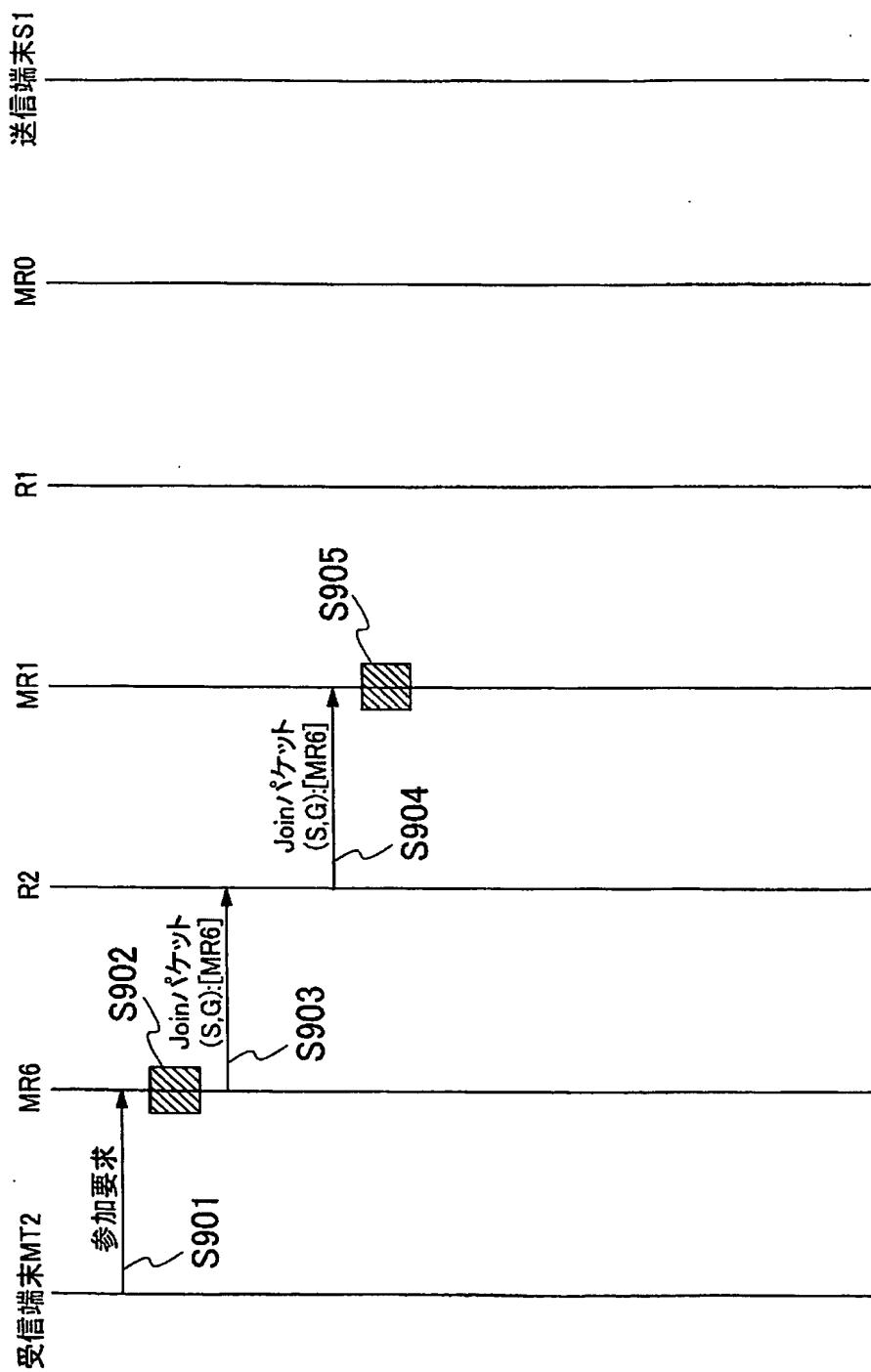
【図10】



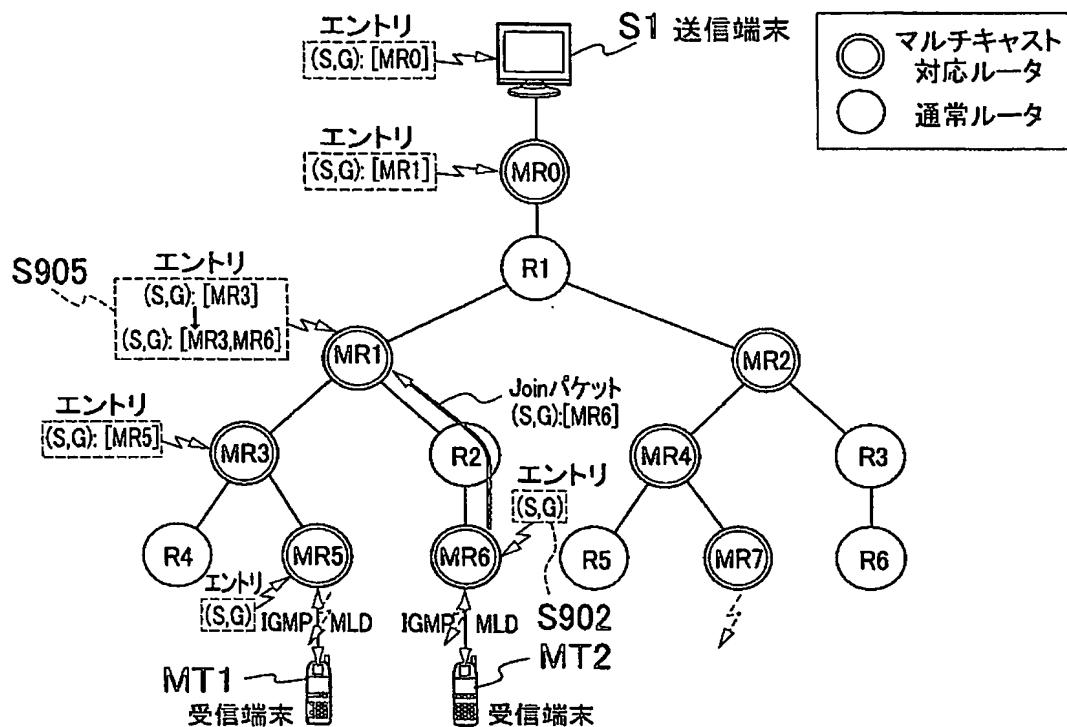
【図 11】



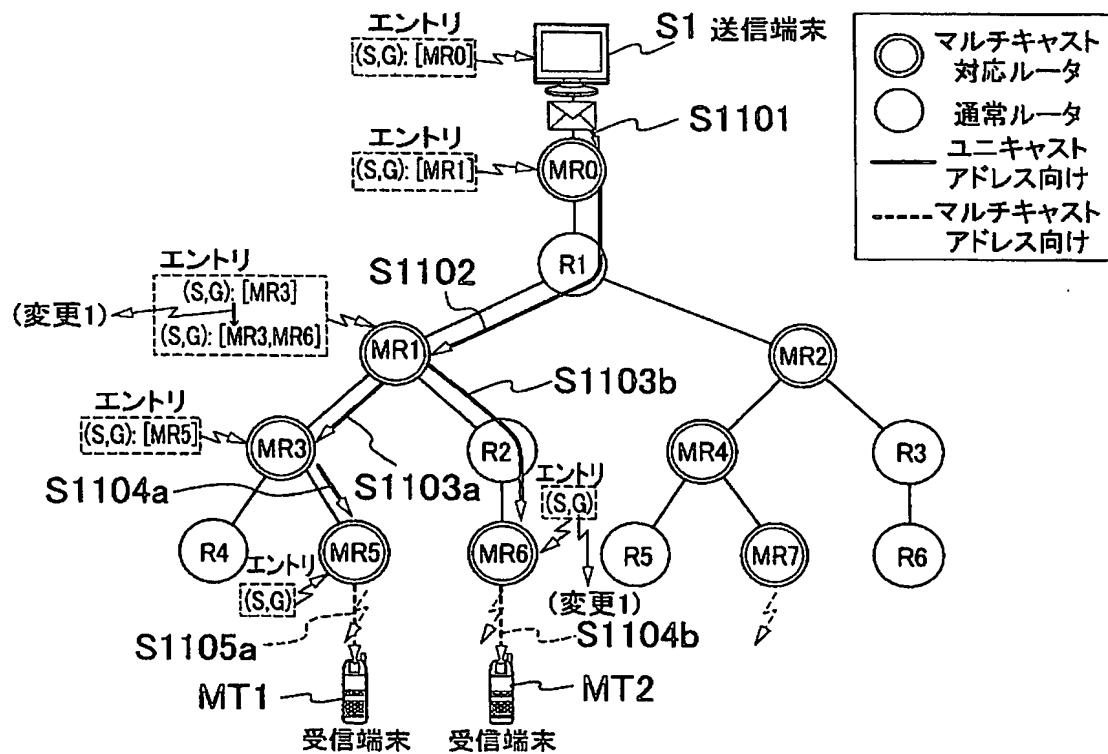
【図12】



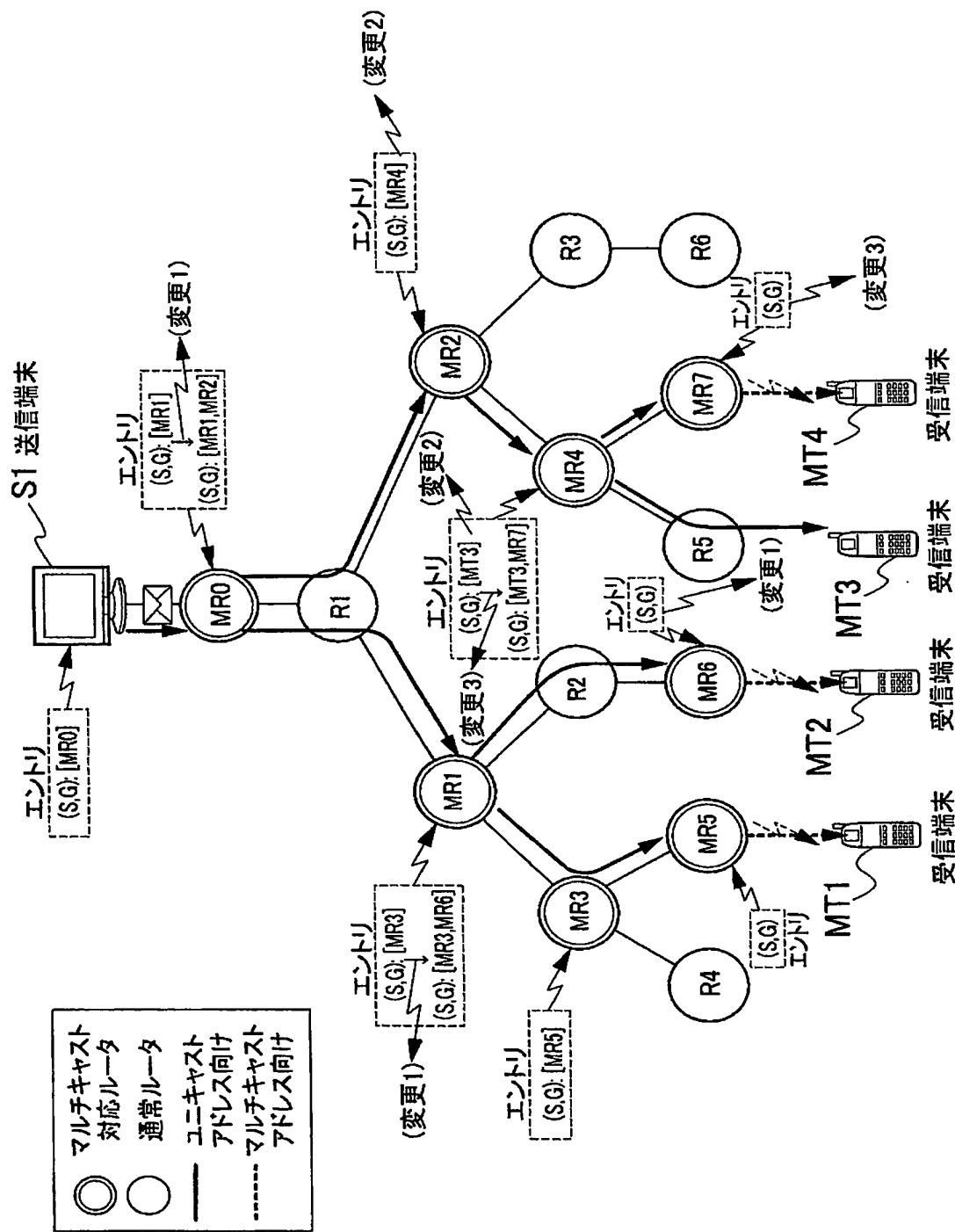
【図 1 3】



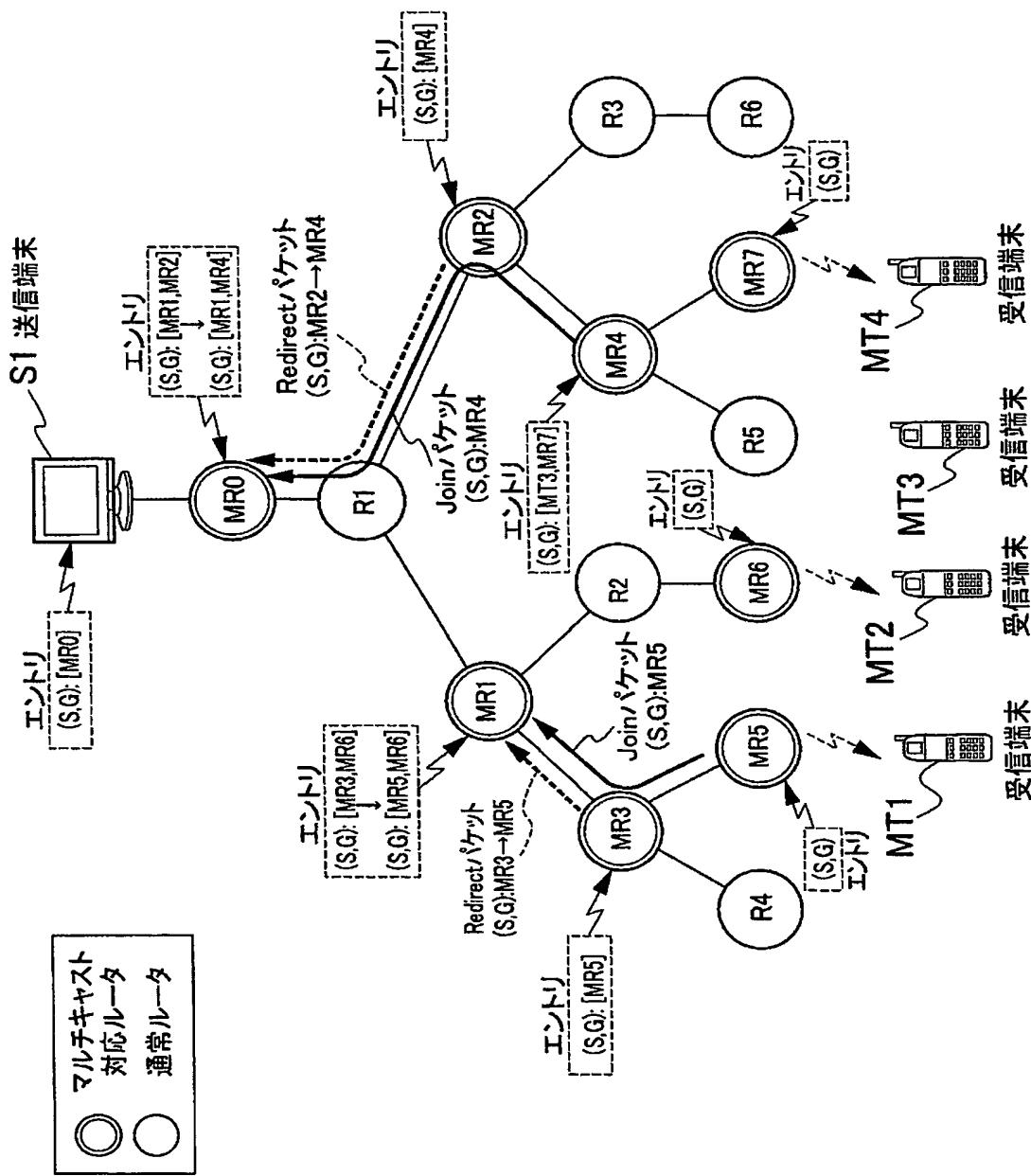
【図 1 4】



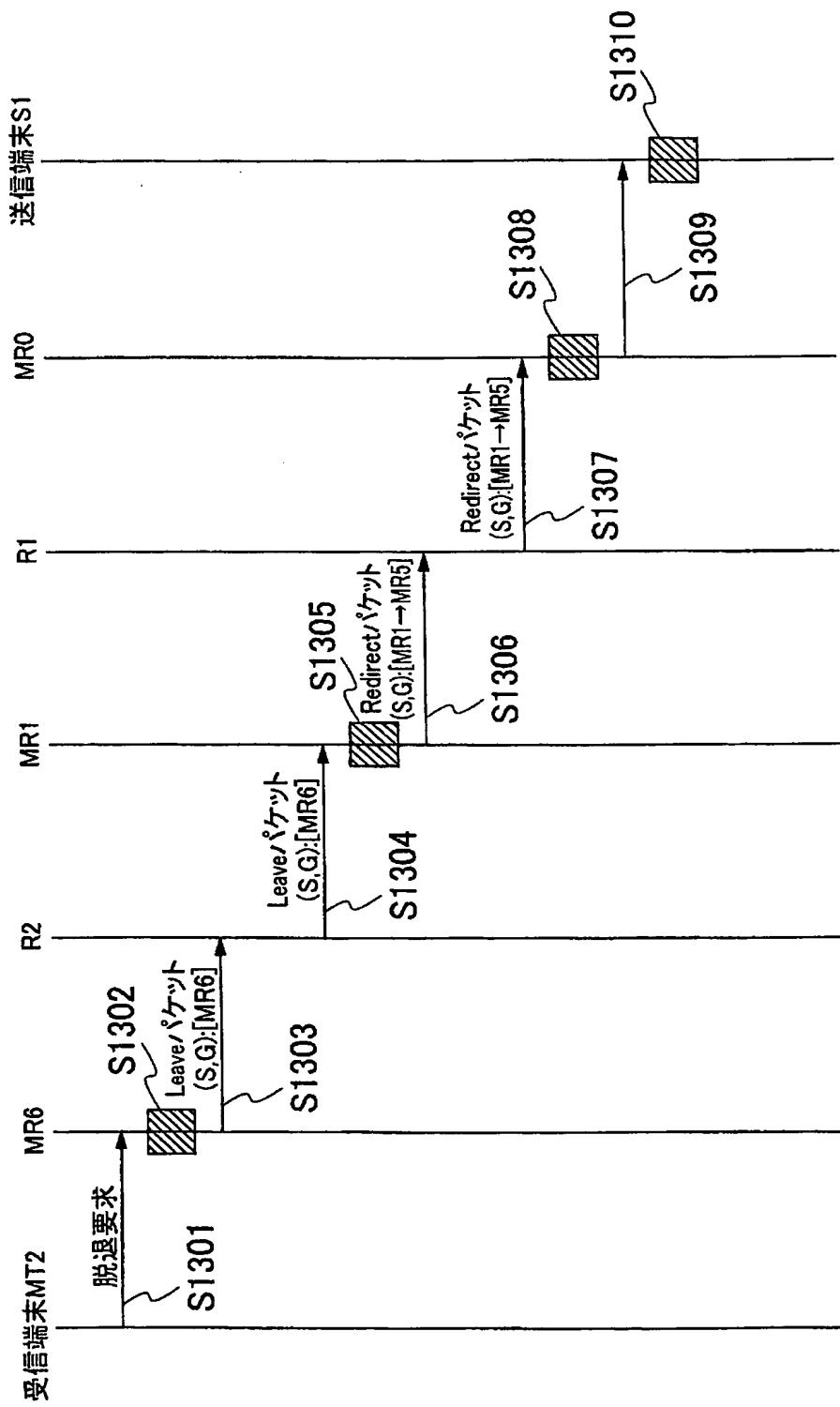
【図 15】



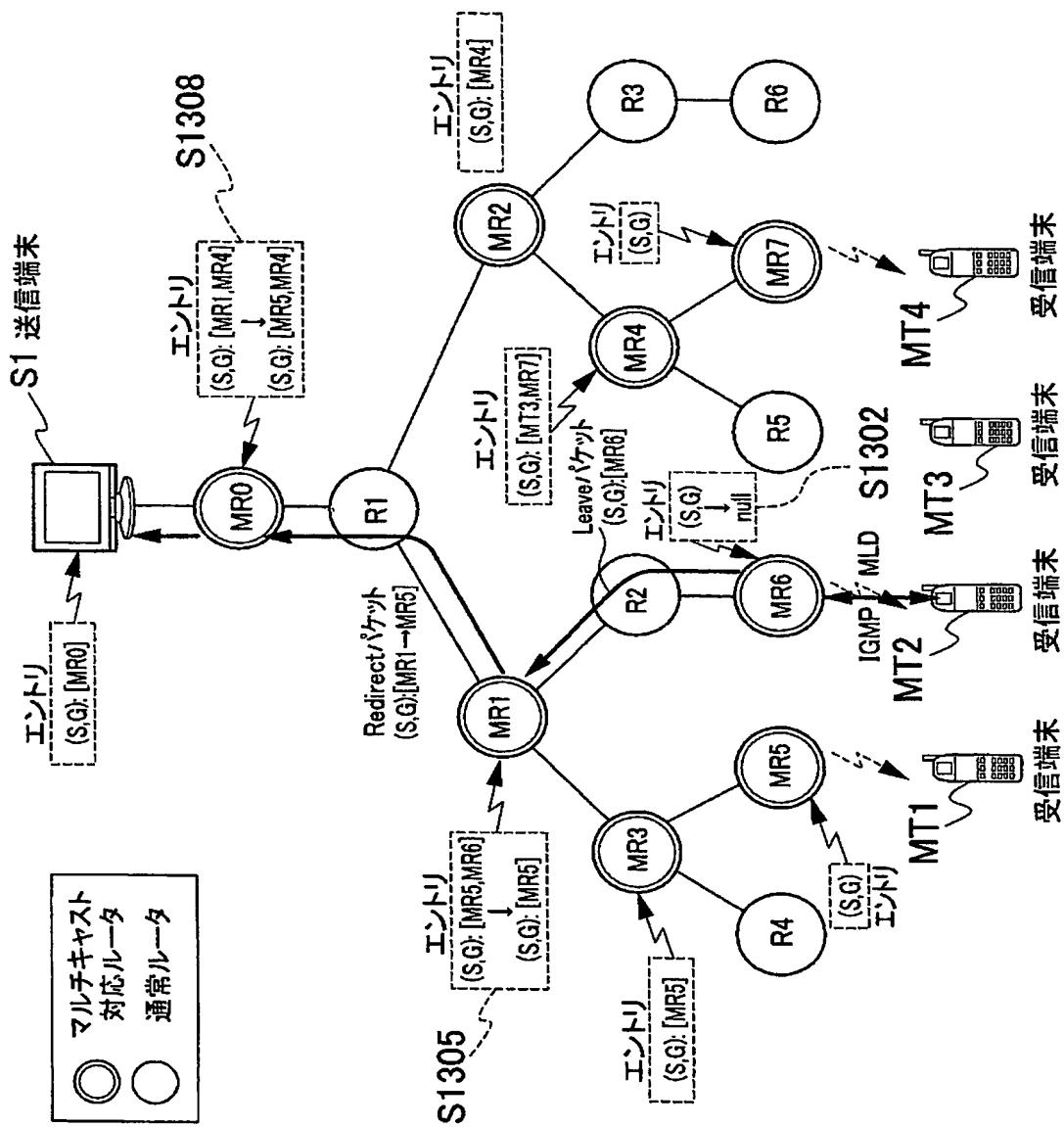
【図16】



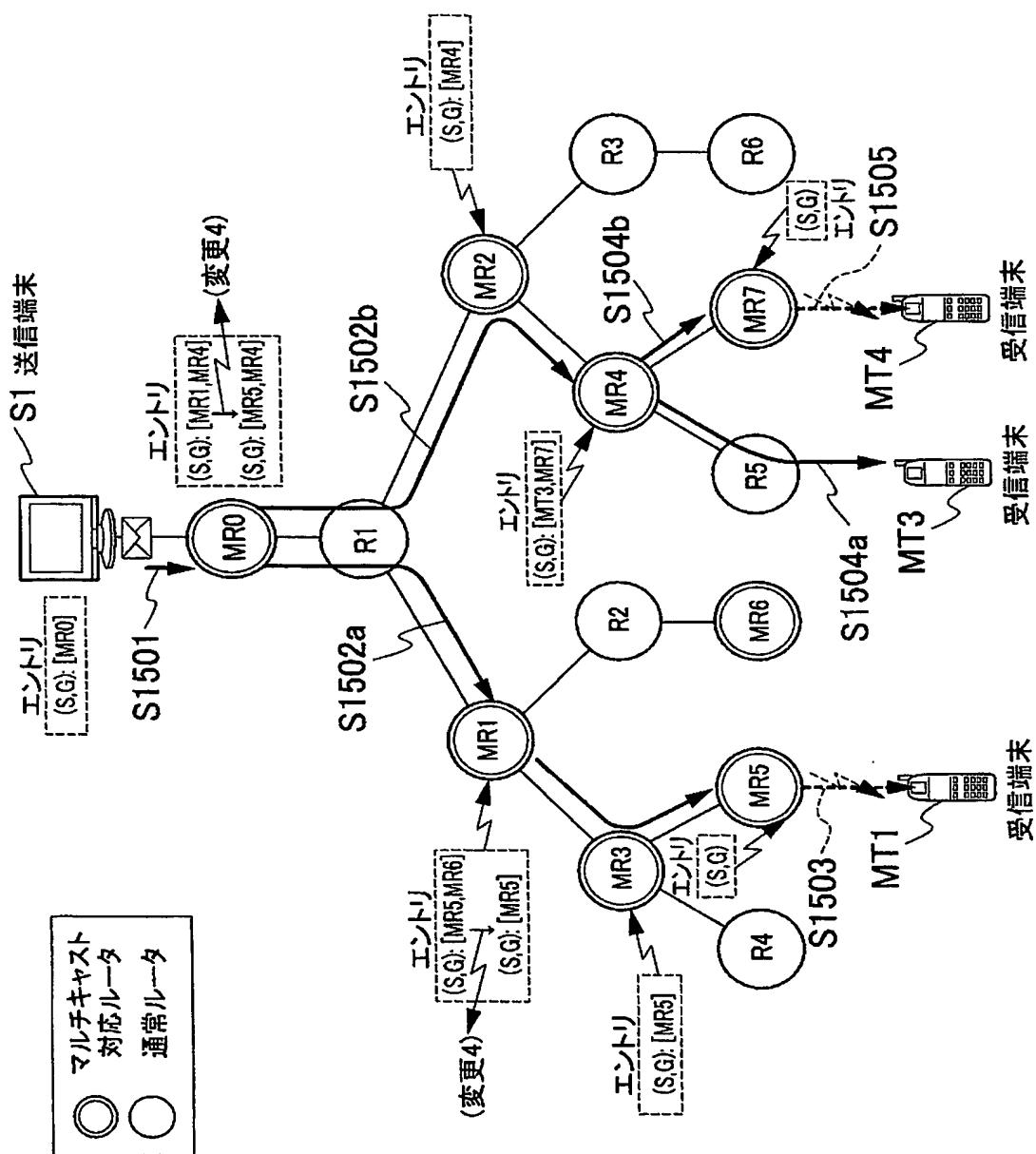
【図17】



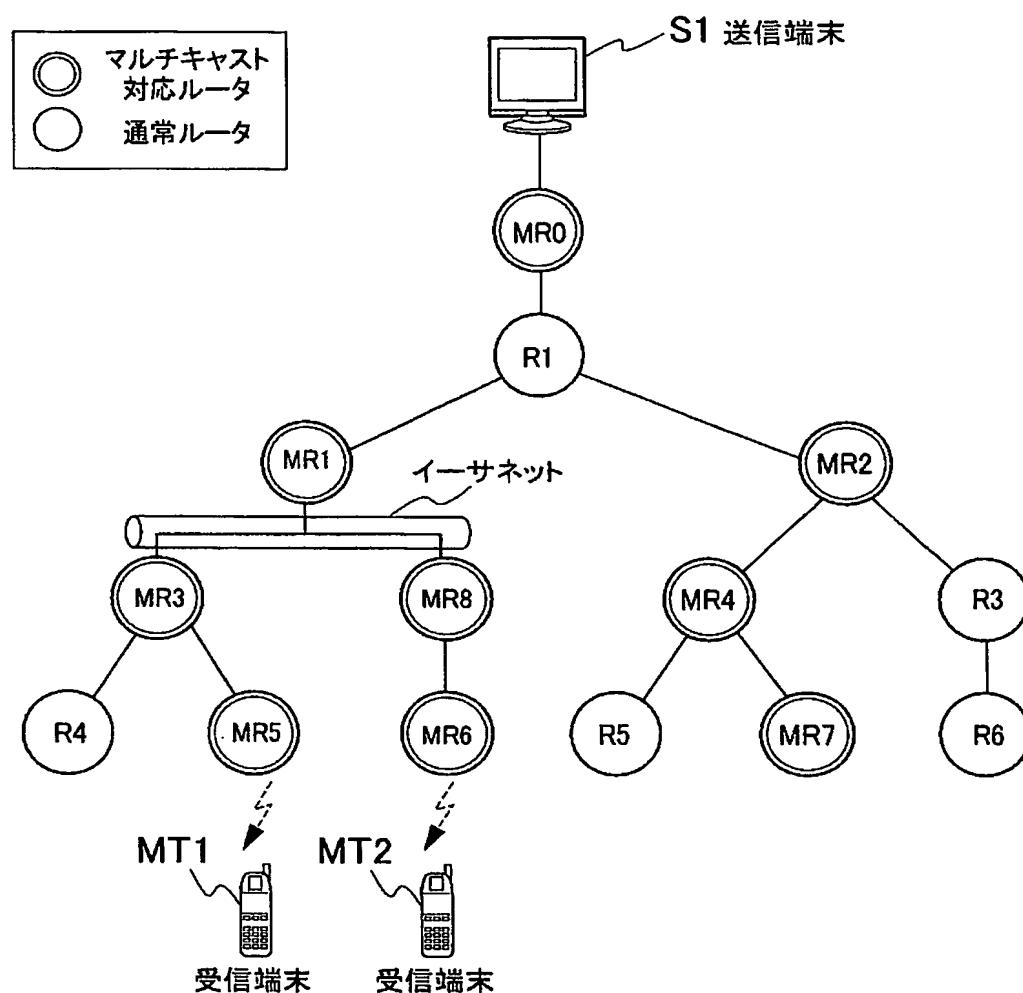
【図 18】



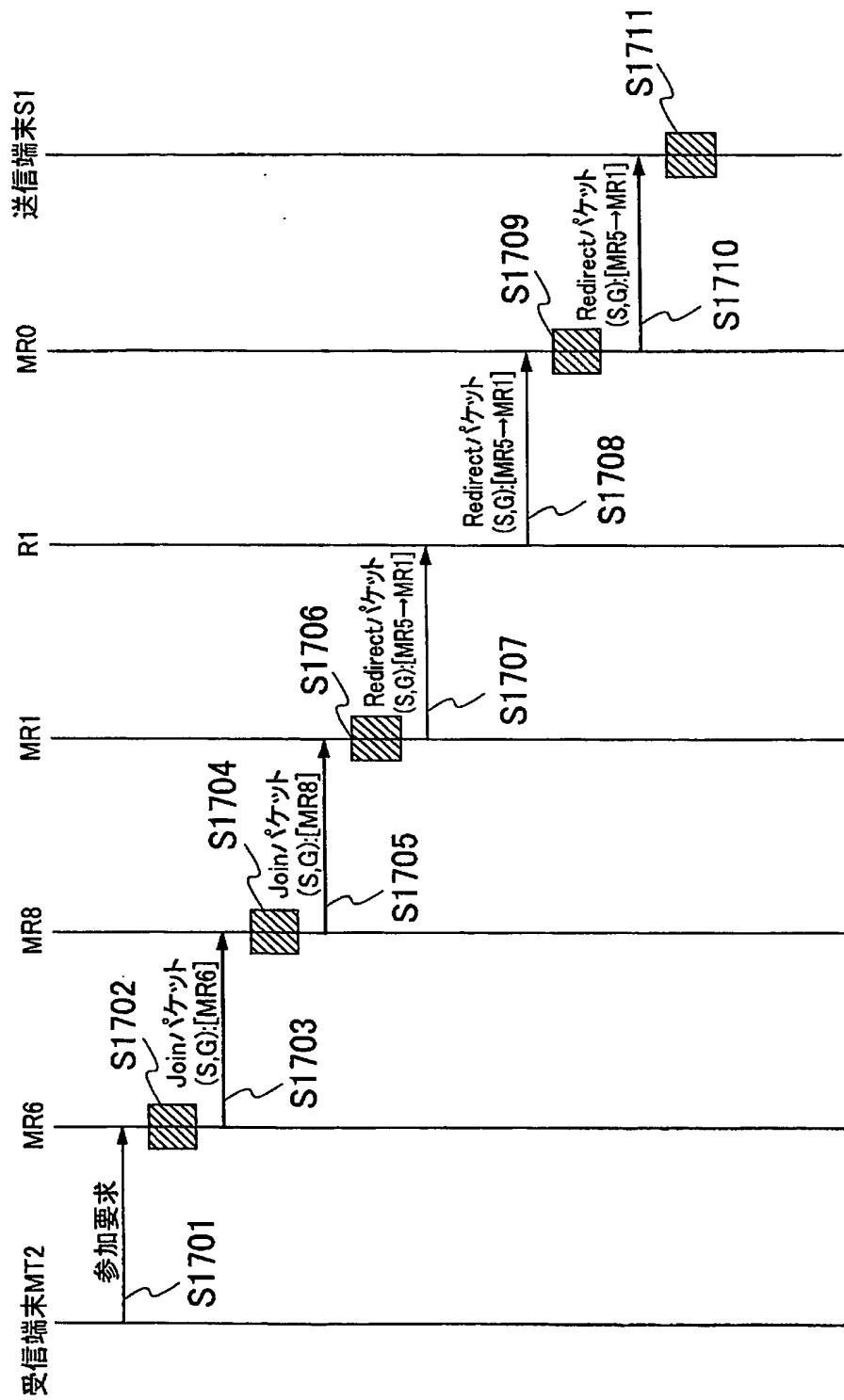
【図19】



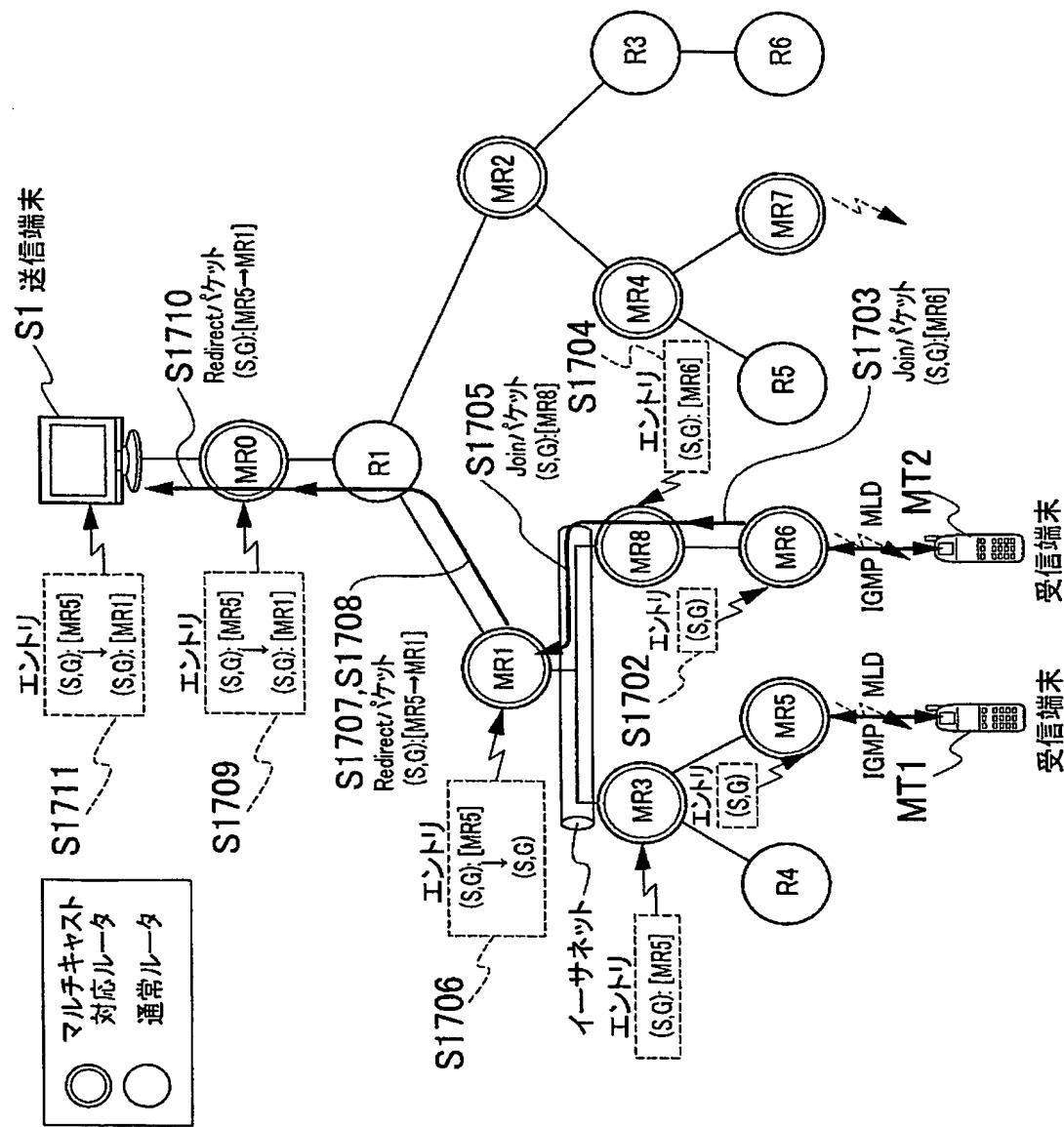
【図20】



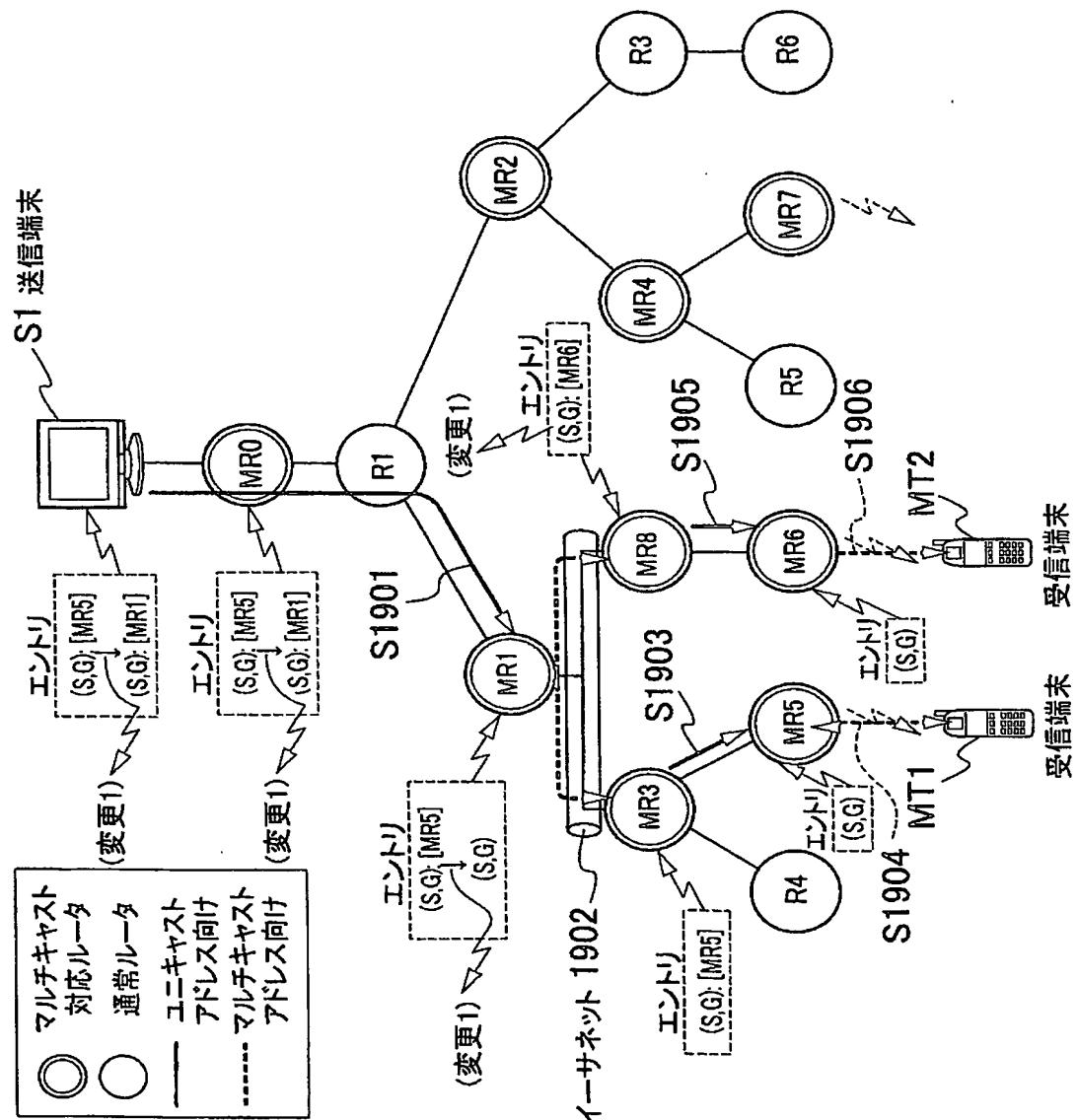
【図 21】



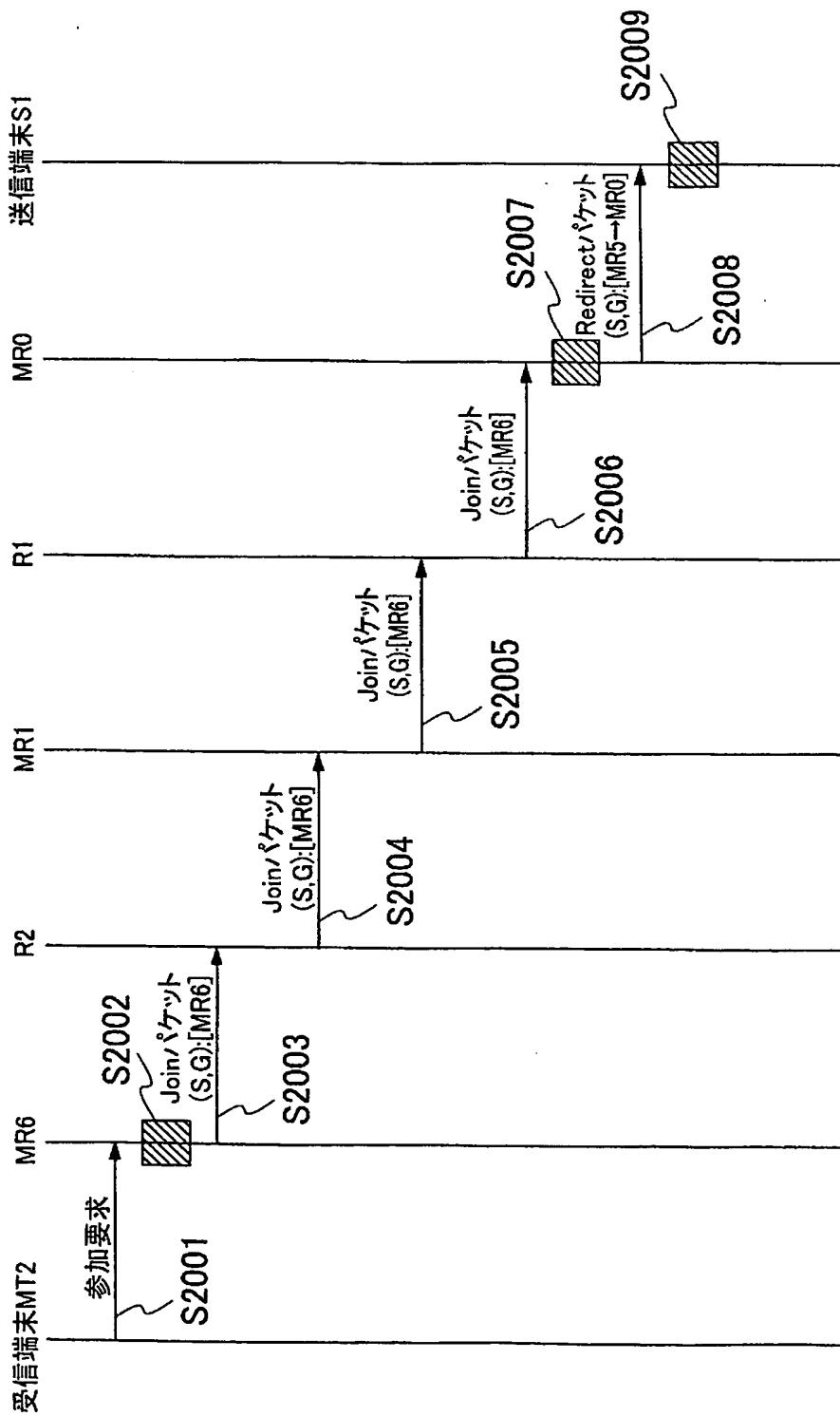
【図 22】



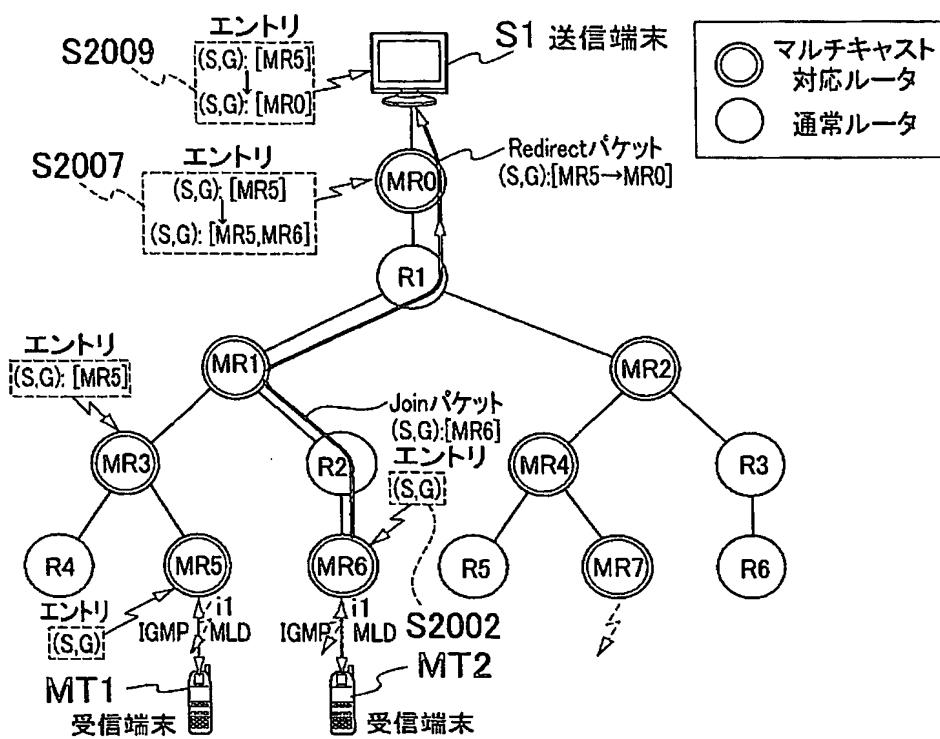
【図23】



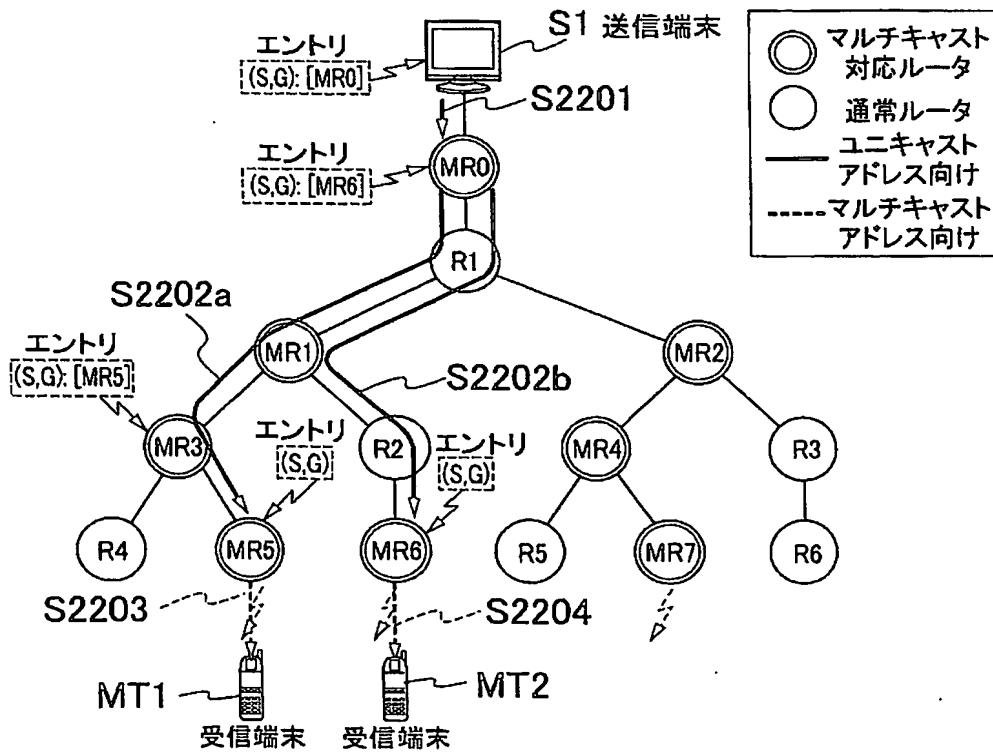
【図24】



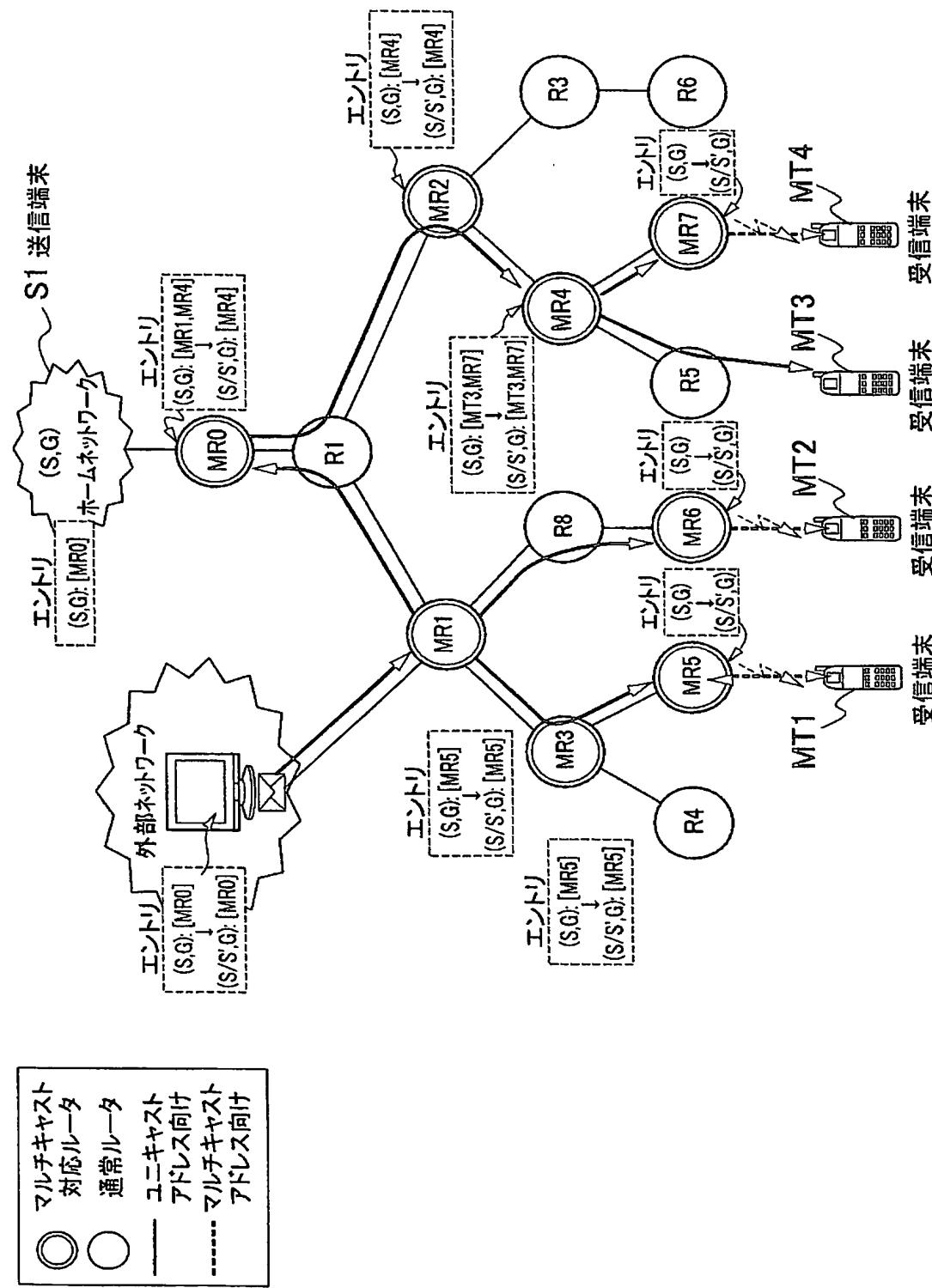
【図 25】



【図 26】



【図27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 容易に且つ低成本で、マルチキャスト対応ルータMR及び通常ルータRが混在するネットワークにおいて、マルチキャストデータの転送を実現する。

【解決手段】 第1のルータMR1及び第2のルータMR5を順に介して送信端末S1から第1の受信端末MT1に対してマルチキャストデータを送信するマルチキャスト通信システムに関する。第1のルータMR1は、第2のルータMR5から受信した送信要求パケットに応じて、マルチキャストデータと第2のルータMR5を指定するマルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第1のエントリ情報を生成して管理する。送信端末S1は、第1のルータMR5から受信した送信要求パケットに応じて、マルチキャストデータと第2のルータMR5を指定するマルチキャストデータの宛先情報とを関連付ける第3のエントリ情報を生成して管理する。

【選択図】 図9

特願 2003-193232

出願人履歴情報

識別番号 [392026693]

1. 変更年月日  
[変更理由]

2000年 5月19日

名称変更

住所変更

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

住所  
氏名